



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

MINIPROYECTO AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (AUTI)

TÍTOL: Seguridad en estaciones automatizadas.

AUTOR: Raúl Relucio de la Fuente.

TITULACIÓ: ETI, Especialidad en Electrónica Industrial.

DIRECTOR: Pere Ponsa.

DEPARTAMENT: Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial

DATA: 19/01/2005

Este Proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: ☐ Sí ☐ No

MINIPROJECTE AUTOMATITZACIÓ INDUSTRIAL

RESUMEN

El proyecto que vamos a comentar trata sobre la seguridad en estaciones automatizadas.

La seguridad en instalaciones robotizadas o automatizadas suele tratarse de manera marginal en casi todos los textos y demás fuentes de información que sobre seguridad industrial existen. Sin embargo, éste es un aspecto crítico durante el desarrollo y explotación de una célula robotizada.

Por lo que hemos podido apreciar, y preguntar en empresas (Schneider Electric, Motoman y Fagema), el aumento de pedidos de sistemas de seguridad contra los accidentes que ocurren durante las operaciones de mantenimiento, ajuste, programación, etc., ya que no se están produciendo tantos accidentes durante el funcionamiento normal de una línea robotizada.

En el mercado existe una gran variedad de productos diseñados para la protección tanto del operario como de la máquina. Últimamente se están utilizando interfaces para que a través de un sistema computerizado la seguridad sea mejor que sin estos interfaces.

Como opinión personal, por lo que podrán ver a continuación, una buena distribución y señalización de los dispositivos de seguridad garantizan la seguridad tanto para el trabajador como para máquina.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. SEGURIDAD | 5 |
| 1.1 Seguridad para operarios | 5 |
| 1.1.1 ¿Qué son los accidentes laborales? | 5 |
| 1.1.2 Causas de los accidentes laborales | 5 |
| 1.1.3 Consecuencias | 6 |
| 1.1.4 Seguridad | 6 |
| 1.1.5 Riesgos. | 6 |
| 1.1.6 Zona peligrosa. | 7 |
| 1.1.6.1 Distancia de seguridad. | 8 |
| 1.1.6.2 Persona expuesta. | 8 |
| 1.2 Seguridad en instalaciones robotizadas. | 8 |
| 1.2.1 Causas de accidentes. | 9 |
| 1.2.2 Medidas de seguridad. | 10 |
| 1.2.2.1 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño del robot. | 11 |
| 1.2.2.2 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño de la célula robotizada. | 12 |
| 1.2.2.3 Medidas de seguridad a tomar en la fase de instalación y explotación del sistema. | 13 |
| 1.2.2.4 Medidas de seguridad proporcionadas por los fabricantes. | 14 |
| 1.2.3 Mantenimiento. | 17 |
| 1.3 Seguridad intrínseca. | 18 |
| 2. NORMATIVAS DE SEGURIDAD | 19 |
| 2.1 Para trabajar con robots | 19 |
| 2.2 Normativa legal. | 20 |
| 2.2.1 Normativa internacional ISO 10218 :1992. | 20 |
| 2.2.2 Normativa americana ANSI/RIA R15.06-1992. | 21 |
| 2.2.3 Normativa europea EN 775 y española UNE-EN 775. | 21 |
| 2.3 Clasificación de las normas europeas amonizadas por tipos. | 21 |
| 3. COMPONENTES PARA SEGURIDAD. | 24 |
| 3.1 Barreras materiales. | 24 |
| 3.1.1 Interruptores de posición de funcionamiento mediante leva | 28 |
| 3.1.2 Interruptores que funcionan mediante lengüeta | 29 |
| 3.1.3 Interruptores de llave cautiva. | 30 |
| 3.1.4 Interruptores magnéticos. | 31 |
| 3.2 Barreras inmateriales. | 31 |
| 3.2.1 Escáneres láser y barreras fotoeléctrica | 32 |
| 3.2.1.1 Barreras fotoeléctricas. | 32 |
| 3.2.1.2 Barreras fotoeléctricas multihaz. | 38 |
| 3.2.1.3 Barreras fotoeléctricas monohaz. | 39 |
| 3.2.1.4 Rejillas y cortinas fotoeléctricas. | 41 |
| 3.2.1.5 Escáner láser. | 42 |
| 3.2.2 Alfombras sensibles. | 44 |
| 3.2.2.1 Dispositivos sensibles eléctricos. | 44 |
| 3.2.2.2 Dispositivos neumáticos. | 46 |
| 3.2.2.3 Dispositivos de sobrepresión. | 47 |
| 3.2.2.4 Dispositivos de onda de aire modulada | 48 |
| 3.2.2.5 Dispositivos de onda acústica | 49 |
| 3.3 Cortinas ópticas para medición. | 49 |
| 3.4 Interruptores de seguridad, sensores y unidades de control | 51 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| para necesidades críticas | |
| 3.4.1 Interruptores de seguridad. | 51 |
| 3.4.2 Interruptores de seguridad con actuadores independientes. | 52 |
| 3.4.3 Dispositivos de cierre de seguridad | 53 |
| 3.4.4 Sensores de seguridad | 53 |
| 3.4.5 Unidades de control de seguridad. | 54 |
| 3.5 Interfaces de seguridad. | 55 |
| 3.5.1 Interface Intelliface. | 55 |
| 3.5.1.1 Relés de seguridad. | 56 |
| 3.5.1.2 Controles de seguridad en miniatura configurables. | 57 |
| 3.5.1.3 Módulos de bus de seguridad para la integración de sensores de seguridad y actuadores en sistemas de bus de campo seguros. | 57 |
| 3.5.2 Interface AS-i Safety. | 58 |
| 3.5.2.1 Escáner láser, con interfaz AS-i. | 59 |
| 3.5.2.2 Cortina óptica, con interfaz AS-i. | 60 |
| 3.5.2.3 Transceptor, con muting e interfaz AS-i. | 61 |
| 3.5.2.4 AS-i Monitor de seguridad. | 62 |
| 3.6 Relés de seguridad. | 62 |
| 3.7 Micros de seguridad. | 63 |
| 3.7.1 Micros de seguridad sin bloqueo. | 64 |
| 3.7.2 Micros de seguridad con bloqueo. | 64 |
| 3.8 Accesorios para sensores y dispositivos de señalización. | 65 |
| 3.8.1 Columnas de fijación. | 65 |
| 3.8.2 Columnas reflectoras. | 66 |
| 3.8.3 Espejos de desviación. | 67 |
| 3.8.4 Accesorios para muting, sensores y lámparas. | 68 |
| 3.8.5 Sistema modular de columnas de señalización. | 68 |
| 4. ESTACIONES ROBOTIZADAS. | 70 |
| 4.1 Introducción. | 70 |
| 4.1.1 Definición del Robot Industrial. | 70 |
| 4.2 Clasificación de los robots. | 72 |
| 4.2.1 Manipuladores. | 72 |
| 4.2.2 Robots de repetición y aprendizaje. | 73 |
| 4.2.3 Robots con control por computador. | 74 |
| 4.2.4 Robots inteligentes. | 74 |
| 4.2.5 Micro-robots. | 74 |
| 5. APLICACIONES. | 77 |
| 5.1 Paletizado de productos de limpieza. | 77 |
| 5.2 Robot de paletizado en La Rioja. | 79 |
| 5.3 Aplicaciones con los módulos de seguridad. | 82 |
| 5.3.1 Ejemplos de aplicaciones. | 83 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA Y BÚSQUEDA EN INTERNET. | 84 |

1. SEGURIDAD.

1.1 Seguridad para operarios.

1.1.1 ¿Qué son los accidentes laborales?

Accidentes laborales son los sufridos durante el desempeño de una actividad laboral, por las personas que trabajan con máquinas o realizan intervenciones en las mismas (instaladores, operarios, encargados de mantenimiento, etc.), y que provocan heridas de diversa consideración.

1.1.2 Causas de los accidentes laborales.

✗ Fallos humanos (diseñadores, usuarios):

- ✚ Conocimiento insuficiente del diseño de la máquina.
- ✚ Familiarización con los riesgos debido a la rutina y comportamiento imprudente ante el peligro.
- ✚ Infravaloración del peligro y en consecuencia, neutralización de los sistemas de protección.
- ✚ Pérdida de atención en las tareas de vigilancia debido al cansancio.
- ✚ Incumplimiento de los procedimientos recomendados.
- ✚ Aumento del estrés (ruido, cadencia, etc.).
- ✚ Carácter temporal del empleo, que a veces conlleva una formación insuficiente.
- ✚ Mantenimiento insuficiente o incorrecto, lo que genera riesgos imprevistos.

✗ Fallos de las máquinas:

- ✚ Dispositivos de protección inadecuados.
- ✚ Sistemas de control y de mando sofisticados.
- ✚ Riesgos inherentes a la propia máquina (movimiento alterno, arranque accidental, paro inseguro).
- ✚ Máquinas inadecuadas para determinados usos o entornos (la alarma no se oye debido al ruido del parque de máquinas).

✗ Fallos de las instalaciones:

- ✚ Circulación de las personas (líneas de producción automatizadas).

- ✚ Ensamblaje de máquinas de procedencias y tecnologías diferentes.
- ✚ Flujo de materiales o productos entre las máquinas.

1.1.3 Consecuencias.

- Lesiones de mayor o menor gravedad sufridas por el usuario.
- Paro de producción de la máquina.
- Inmovilización del parque de máquinas similares hasta que sean revisadas, por ejemplo por la Inspección de Trabajo.
- Modificación de las máquinas para adaptarlas a las normas, llegado el caso.
- Cambio de personal y formación para ocupar el puesto de trabajo.
- Riesgo de movilizaciones sociales.
- Deterioro de la imagen de marca de la empresa.

1.1.4 Seguridad.

La seguridad consiste básicamente en la combinación de dos conceptos:

- Seguridad
- Disponibilidad

La *seguridad* consiste en que un dispositivo es seguro cuando éste reduce hasta un nivel aceptable el riesgo que corren las personas

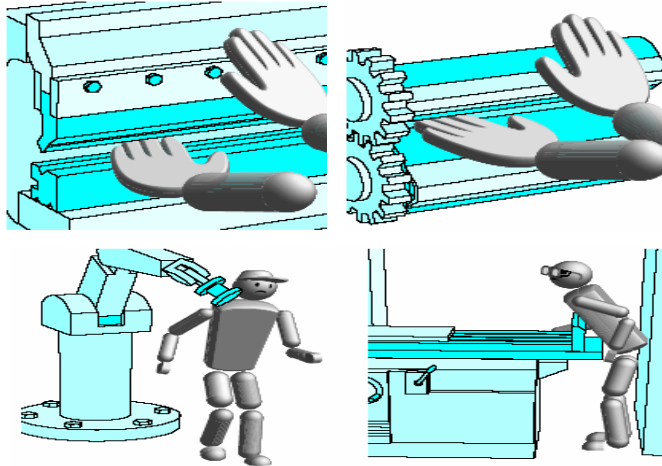
La *disponibilidad* caracteriza la capacidad de un sistema o de un dispositivo para cumplir su función en un momento dado o durante un periodo determinado (fiabilidad, facilidad de mantenimiento, etc.).

1.1.5 Riesgos.

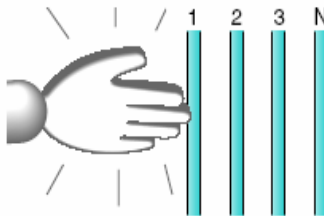
Causas susceptibles de provocar una lesión o atentar contra la salud.

Tipos de riesgos:

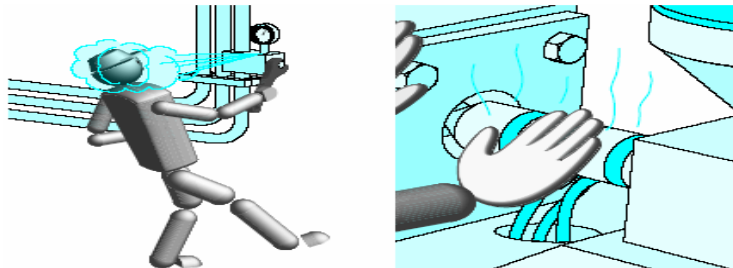
- 1) Mecánico: Perforación, pinchazo, amputación, corte, agarre, enganche, golpe, aplastamiento, etc.



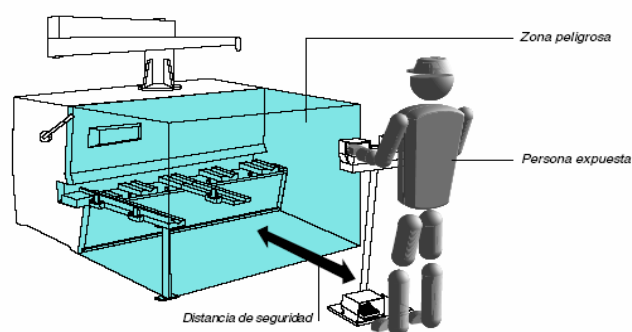
2) Eléctricos: Electrocutación.



3) Físico-Químicos: Proyección de sustancias peligrosas, quemaduras.



1.1.6 Zona peligrosa.



Cualquier volumen dentro y/o alrededor de una máquina en el que una persona esté expuesta a un riesgo de lesión.

Se puede acceder a la zona peligrosa para:

- efectuar ajustes.

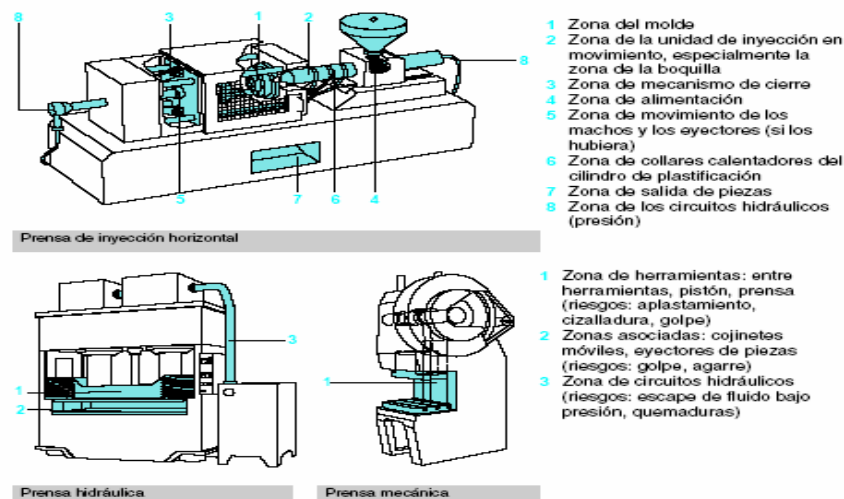
- modificar el proceso de fabricación (programación).
- aprendizaje (formación).
- limpieza.
- mantenimiento.
- verificar el funcionamiento normal.

1.1.6.1 Distancia de seguridad.

Se trata de la distancia mínima a la que debe colocarse un dispositivo de protección con respecto a la zona peligrosa para que ésta no pueda alcanzarse.

1.1.6.2 Persona expuesta.

Persona que se encuentra entero o parcialmente en una zona peligrosa.



1.2 Seguridad en instalaciones robotizadas.

El tema de la seguridad y prevención de accidentes en los sistemas robotizados, suele tratarse de manera marginal en casi todos los textos y demás fuentes de información que sobre robots industriales existen. Sin embargo, éste es un aspecto crítico durante el desarrollo y explotación de una célula robotizada. Las consideraciones sobre la seguridad del sistema robotizado cobran especial importancia fundamentalmente por dos razones. En primer lugar, por el motivo intrínseco de que el robot, como se analizará más adelante, posee mayor índice de riesgo a un accidente que otra máquina de características similares. En segundo lugar, por un aspecto de aceptación social del robot dentro de la fábrica, aceptación difícil por lo general hoy en día.

La realidad, sin embargo es que el número de accidentes ocasionados por los robots industriales no es ni mucho menos alarmante, existiendo pocos datos al respecto, siendo

pocos los países que cuentan con suficiente información al respecto.

1.2.1 Causas de accidentes.

Para prevenir los posibles accidentes ocasionados por los robots, hay que comenzar detectando *qué* tipo de accidentes se producen, para después analizar el *porqué* se originan y determinar cómo pueden evitarse.

En principio, y dado lo similar de sus características, los riesgos de accidente en un entorno de trabajo con robots industriales deberían ser similares a los debidos al empleo de máquinas herramientas con control numérico. Sin embargo, hay una serie de circunstancias que aumentan el nivel de riesgo en el caso de los robots. Estas causas se reflejan de manera comparativa en la Tabla 1. Además, el hecho de que el robot trabaje en muchas ocasiones en ambientes de alto riesgo de accidente (forjas, prensa, pintura, etc.) contribuye a aumentar la probabilidad y gravedad del accidente.

| Robot industrial | Máquina convencional de control numérico |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Movimiento simultáneo de varios ejes (seis o más). | Normalmente mueve simultáneamente sólo uno o dos ejes. |
| Movimiento independiente de cada uno de los ejes. Trayectorias complejas. | Movimientos limitados y con trayectorias simples. |
| Campo de acción fuera del volumen cubierto por la propia máquina. Espacio de trabajo no reconocido fácilmente. | Campo de acción dentro del volumen abarcado por la máquina. |
| Campo de acción solapado con el de otras máquinas y dispositivos. | Normalmente sin solapamiento del campo de acción. |

Tabla 1. Comparación entre un robot industrial y otras máquinas de control numérico

Los tipos de accidentes causados por robots industriales, además de los ocasionados por causas tradicionales (electrocuciones al instalar o reparar el equipo, quemaduras, etc.), son debidos a:

- Colisión entre robots y hombre.
- Aplastamiento al quedar atrapado el hombre entre el robot y algún elemento fijo.
- Proyección de una pieza o material (metal fundido, corrosivo) transportada por el robot.

Estas causas son agravadas por la gran velocidad con la que los robots pueden realizar sus movimientos, además de su elevada energía estática y dinámica.

Establecidos los tipos principales de accidentes, es preciso localizar cuáles son las causas que los originan. Los accidentes provocados por robots industriales se deben normalmente a:

- Un mal funcionamiento del sistema de control (software, hardware, sistema de potencia).
- Acceso indebido de personal a la zona de trabajo del robot.
- Errores humanos de los operarios en las etapas de mantenimiento, programación, etc.
- Rotura de partes mecánicas por corrosión o fatiga.
- Liberación de energía almacenada (eléctrica, hidráulica, potencial, etc.).
- Sobrecarga del robot (manejo de cargas excesivas).
- Medio ambiente o herramienta peligrosa (láser, corte por chorro de agua, oxicorte, etc.).

1.2.2 Medidas de seguridad.

Una vez vistos los tipos de accidentes y las causas que los originan, es preciso determinar las medidas de seguridad que disminuyan el riesgo y la gravedad.

Es importante considerar que según estudios realizados por el *Instituto de Investigaciones de Seguridad en el Trabajo* de Tokio, el 90% de los accidentes en líneas robotizadas ocurren durante las operaciones de mantenimiento, ajuste, programación, etc., mientras que sólo el 10% ocurre durante el funcionamiento normal de la línea.

Este dato es de gran relevancia y pone de manifiesto la gran importancia que tiene, para lograr un nivel de seguridad adecuado, el impedir el acceso de operarios al campo de acción del robot mientras éste está en funcionamiento.

La seguridad en sistemas robotizadas presenta, por tanto, dos vertientes: aquella que se refiere a la seguridad intrínseca al robot y que es responsabilidad del fabricante; y aquella que tiene que ver con el diseño e implantación del sistema y su posterior utilización, programación y mantenimiento, responsabilidad del usuario.

En este sentido, se ha desarrollado la normativa europea EN 775, adoptada en España como norma UNE-EN 775 de título "*Robot manipuladores. Seguridad*", que además de proporcionar a diseñadores y fabricantes un marco de trabajo que les ayude a producir máquinas seguras en su utilización, presenta una estrategia de trabajo para el desarrollo y selección de medidas de seguridad. Esta estrategia comprende las siguientes consideraciones:

- Determinación de los límites del sistema: intención de uso, espacio y tiempos de trabajo, etc.
- Identificación y descripción de todos aquellos peligros que pueda generar la máquina durante las fases de trabajo. Se deben incluir los riesgos derivados de un trabajo conjunto entre la máquina y el ordenador y los riesgos derivados de un mal uso de la

máquina.

- Definición del riesgo de que se produzca el accidente. Se definirá probabilísticamente en función del daño físico que pueda producir.
- Comprobar que las medidas de seguridad son adecuadas.

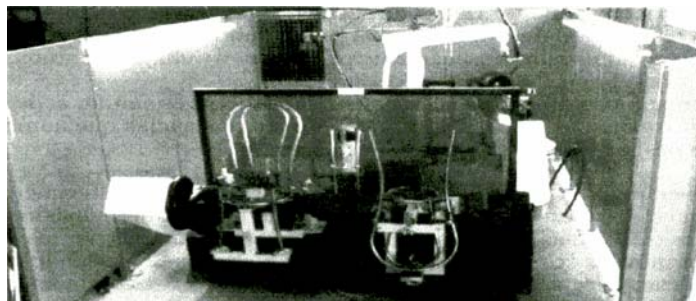


Figura 1. Valla de seguridad

1.2.2.1 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño del robot.

En el diseño del robot y de su sistema de control debe considerarse siempre el posible accidente, tomándose las acciones oportunas para evitarlo en la medida de lo posible. Así, el propio robot debe contar con una serie de medidas internas encaminadas a evitar posible accidentes:

- **Supervisión del sistema de control:** El sistema de control debe realizar una continua supervisión del correcto funcionamiento de todos los subsistemas (bucles de realimentación, accionamientos, etc.) y de incluso él mismo (match-dog).
- **Paradas de emergencia:** Deben disponerse paradas de emergencia que desenergicen completamente al robot.
- **Velocidad máxima limitada:** El sistema de control asegurará que la velocidad máxima de los movimientos cuando una persona se encuentra en las proximidades del robot (fase de propagación por ejemplo) sea inferior a la nominal (como referencia debe ser inferior a 0,3 m/s).
- **Detectores de sobreesfuerzo:** Se incluirán detectores de sobreesfuerzo en los accionamientos que los desactiven cuando se sobrepase un valor excesivo (caso de colisión o de atrapar a una persona contra una parte fija).
- **Códigos de acceso:** El acceso a la unidad de control y el arranque, parada y modificación del programa, estarán limitadas mediante el empleo de llaves, códigos de seguridad, etc.
- **Frenos mecánicos adicionales:** Si el robot maneja grandes cargas, se deberán de incluir frenos mecánicos que entren en funcionamiento cuando se corte la alimentación de los accionadores. Asimismo, se dispondrán medios para desactivar estos frenos de forma manual.

- **Comprobación de señales de autodiagnóstico** en la unidad de control previamente al primer funcionamiento (niveles de tensión de las fuentes de alimentación, leds indicadores, mensajes de error, etc.).

1.2.2.2 Medidas de seguridad a tomar en la fase de diseño de la célula robotizada.

En el establecimiento del *lay-out* de la célula se ha de considerar la utilización de barreras de acceso y protección en general que intenten minimizar el riesgo de aparición de un accidente. De forma general se pueden citar las siguientes:

- **Barreras de acceso a la célula:** Se dispondrán barreras en torno a la célula, que impidan el acceso a personas (parada inmediata al entrar en la zona de trabajo). (Figura 2)

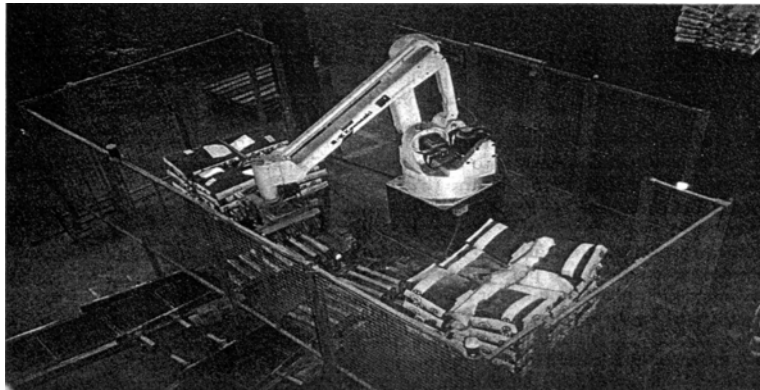


Figura 2. Célula robotizada de palatizado con vallas de protección para impedir el acceso.

- **Dispositivos de intercambio de piezas:** En caso de que el operador deba poner/recoger piezas situadas dentro del área de trabajo del robot, se utilizarán dispositivos que permitan realizar estas acciones a distancia, utilizando, por ejemplo, mesas giratorias. (Figura 3)

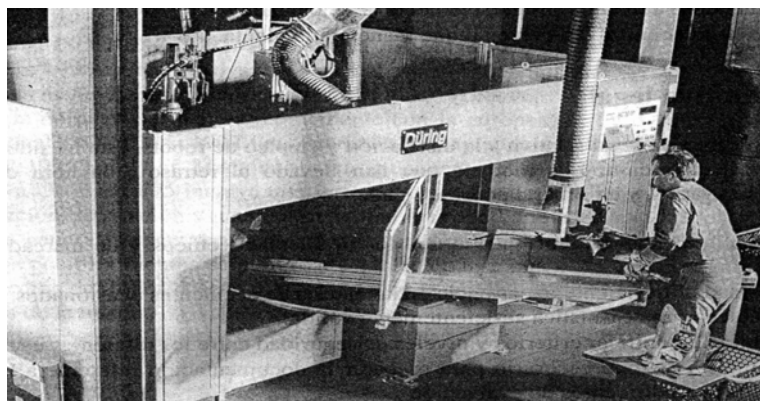


Figura 3. Operador utilizando una mesa giratoria para la alimentación de piezas en una célula robotizada de soldadura.

- **Movimientos condicionados:** En el caso de que durante el funcionamiento de la célula el operario deba entrar en determinados momentos dentro del campo de acción del robot (para alimentar de nuevas piezas al robot por ejemplo), se programará a éste de manera que no efectúe movimiento alguno durante estos instantes.
- **Zonas de reparación:** Se preverá la existencia de zonas de reparación y mantenimiento. Estas zonas, dentro del campo de acción del robot, estarán fuera de su zona de trabajo. En ellas se asegurará mediante diferentes dispositivos que el robot no realizará movimientos de manera automática.
- **Condiciones adecuadas en la instalación auxiliar:** Sistema eléctrico con protecciones, aislamientos, etc., sistemas neumáticos o hidráulicos correctos.

1.2.2.3 Medidas de seguridad a tomar en la fase de instalación y explotación del sistema.

Por otra parte, durante la utilización del sistema y en especial durante las fases y puesta en marcha, deben respetarse rigurosamente determinadas normas que reducirán el riesgo de accidente. Además, es importante que exista información en la propia planta de la posibilidad de esos riesgos, así como que los operarios tengan la formación adecuada. Estas consideraciones se pueden resumir de forma breve en los siguientes puntos:

- **Abstenerse de entrar en la zona de trabajo:** Durante la programación e implantación de la aplicación, se procurará permanecer, dentro de lo posible, fuera del campo de acción del robot. Éste trabajará a velocidades lentas. En cualquier caso, se deberá salir fuera del área de trabajo cuando el robot vaya a trabajar de manera automática, aun siendo en fase de pruebas. Es también aconsejable que, siempre que sea posible, la fase de programación se realice con dos operarios, observando uno de ellos la marcha del proceso, estando dispuesto a accionar el paro de emergencia en caso de necesidad.
- **Señalización adecuada:** La célula estará dotada de una adecuada señalización del estado del robot o línea robotizada mediante señales luminosas y acústicas. Así, será aconsejable que antes de comenzar el ciclo de trabajo tras una parada se avise mediante una sirena e indicación luminosa. Del mismo modo, señales luminosas llamarán la atención sobre el hecho de que el robot está funcionando y su riesgo potencial de accidente. (Figura 4 y 5)



Figura 4. Por ejemplo: señalización luminosa

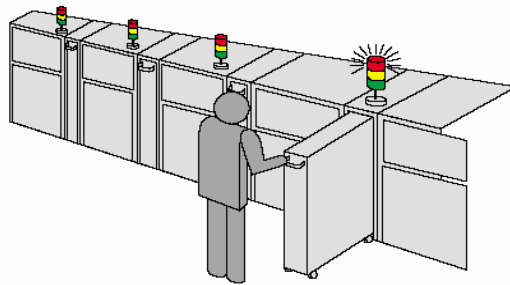


Figura 5. Ejemplo: área típica de aplicación

- **Prueba progresiva del programador del robot:** El desarrollo y ejecución del programa del robot, y de toda la célula en sí, deberá hacerse con sumo cuidado. El programa deberá ejecutarse primeramente a velocidad lenta y paso a paso. A continuación se podrá ejecutar de manera continua, pudiéndose aumentar progresivamente la velocidad.
- **Formación adecuada** del personal que manejará la planta.

1.2.2.4 Medidas de seguridad proporcionadas por los fabricantes.

Existen una serie de consideraciones generales relativas a seguridad, proporcionadas por los fabricantes, como:

- No permitir que el personal no formado trabaje con los robots.
- Instalar un mecanismo de acceso a la célula con código para impedir la entrada de personal no autorizado, así como barreras de seguridad fotoeléctricas industriales (Figura 6), sensores de presencia o proximidad y sistemas de visión para reforzar la seguridad.



Figura 6. Barrera de seguridad fotoeléctrica. (Fabricante: HONEYWELL)

- Identificar claramente la zona máxima en que se produce el movimiento del robot con marcas en el suelo, señales y barreras especiales y colocar todos los controles de los equipos fuera de esa zona. Los operarios deben conocer perfectamente el área de la célula de trabajo completa (robot y su área de trabajo), más el área ocupada por los mecanismos externos y otros equipos con los que interactúa.
- No confiar el software como elemento principal de seguridad.
- Instalar un número adecuado de botones o interruptores de <<parada de emergencia>> para el operador y en puntos críticos dentro y alrededor de la célula de trabajo. Los operarios deben conocer dónde están colocados dichos botones. (Figura 7)

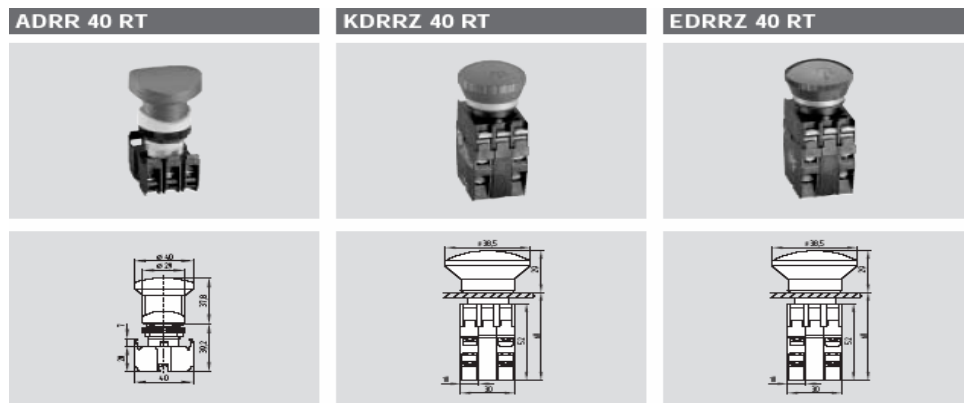


Figura 7. Interruptores de paro de emergencia (Fabricante: SCHMERSAL)

- Instalar luces destellantes y/o mecanismos audibles (alarmas) que se activen cuando el robot esté funcionando. (Figura 8)



Figura 8. Señales luminosas y sonoras de seguridad (Fabricante: *SCHMERSAL*)

- Revisar los mecanismos de seguridad periódicamente.
- Proporcionar suficiente espacio dentro de la célula de trabajo para que el personal pueda guiar el robot y realizar operaciones de mantenimiento de forma segura. Eliminar los puntos de peligro de quedar atrapado entre el robot móvil y el equipo.
- Antes del teaching u operación manual del robot, verificar que no hay condiciones potenciales de peligro con el robot y en su entorno y probar que la maleta de programación (teach pendant) opera correctamente antes de entrar en el área de trabajo.
- El área cercana al robot debe estar limpia y sin aceite, agua o residuos.
- Conocer el camino para salir de la célula en caso de movimiento anómalo del robot y cerciorarse de que no está nunca bloqueado.
- Aislar el robot de cualquier señal de control remoto que pueda causar movimiento mientras se está dentro de su alcance.
- Asegurarse de que todo el personal está fuera del área de trabajo antes de comenzar con la producción, y por supuesto, no entrar nunca en el área de trabajo si el robot están en operación.
- El personal que opera con el robot durante la producción debe comprender bien la tarea completa para la que está programado el robot antes de empezar la operación de producción y saber la localización y estado de todos los interruptores, sensores y señales de control que podrían causar el movimiento del robot.
- Nunca suponer que un programa ha acabado porque el robot no se está moviendo, ya que éste podría estar esperando alguna señal de entrada que le permita continuar con su actividad. Si el robot está ejecutando un diseño, no asumir que continuará con dicho diseño.
- Nunca intentar para el movimiento del robot con el cuerpo.
- Durante la inspección de la célula es necesario apagar el controlador y los posibles suministros de aire a presión, y en caso de que se necesite encender para revisar los circuitos eléctricos o de movimiento del robot, el operario debe estar preparado para apretar el botón de parada de emergencia en caso de necesidad.
- Durante en mantenimiento, si es necesario entrar en el área de trabajo del robot mientras está encendido, el operario debe apretar primero el botón de parada de emergencia y llevar siempre la maleta de programación en

la mano. Cuando se reemplazan o instalan componentes , asegurarse de que no entra suciedad o residuos al sistema.

1.2.3 Mantenimiento.

Los altos costes de las instalaciones robotizadas, su alta productividad y las exigencias de calidad requieren que las tareas de mantenimiento sean cada vez más eficaces y cortas, por lo que se han producido cambios en los departamentos de mantenimiento para adaptarse a la evolución de los sistemas robotizados en las plantas industriales. El apoyo informático de los sistemas GMAO (gestión de mantenimiento asistido por ordenador) es de gran valía.

Los elementos esenciales de mantenimiento son:

- Formación de personal altamente cualificado y preparado, especialmente en robótica.
- Un programa de mantenimiento preventivo apropiado, junto con un almacén de repuestos disponibles.

Generalmente se realiza un mantenimiento preventivo, consistente en la revisión rutinaria de equipamiento, limpieza y posible reemplazamiento de ciertos componentes mecánicos y eléctricos del robot cada cierto tiempo. El programa de mantenimiento preventivo varía mucho según el fabricante y la complejidad del robot en cuestión e interesa que se realice en movimientos en los que el equipo de producción no está en operación. El problema es que los procesos productivos altamente robotizados suelen trabajar veinticuatro horas al día, por lo que deben concentrarse paros programados o realizarse en jornadas festivas. Por otro lado, también se producen fallos durante la producción, siendo necesario reparar el robot que se estropea con rapidez debido al coste que genera la parada de la producción y a la posible dependencia del resto del equipo del robot. Es conveniente contar con un buen programa de mantenimiento preventivo, que reducirá la frecuencia de fallos imprevistos, o por lo menos hará que esos fallos sean menos graves. Sin embargo, a pesar de las indiscutibles ventajas que ofrece su grado de implantación industrial, está muy por debajo de lo que cabría esperar, especialmente en los procesos de fabricación discreta.

El adecuado programa de mantenimiento debe ir acompañado de un almacén mínimo de repuestos del robot para poder reemplazar las piezas en caso de avería. El tiempo que se tarda en pedir y recibir del fabricante las piezas, unido al de reparación de la avería, haría que la línea de producción permaneciera demasiado tiempo parada, generando grandes pérdidas. Ahora bien, un robot está compuesto por varios cientos o miles de componentes, y tener un juego completo de piezas de repuesto resultaría muy caro. En algunas circunstancias puede convenir disponer de robots de repuesto si la parada de una línea implica pérdidas relevantes y si se emplean varios robots de modelos iguales. Es rápido sustituir el robot completo y así la línea de producción permanece poco tiempo parada, reparando el robot estropeado fuera de

la línea.

De forma general, es recomendable lograr un equilibrio, según el balance entre el coste del inventario (que debe incluir además el coste de almacenaje) y el coste del tiempo de parada del robot, teniendo siempre disponibles aquellas piezas que suelen fallar o estropearse. Muchos fabricantes proporcionan una lista con los componentes de repuesto que deberían ser almacenados por el usuario (que, para que sirva como referencia, suelen representar el 10 por 100 del precio total del robot, aproximadamente).

1.3 Seguridad intrínseca.

➤ Seguridad intrínseca "i":

Modo de protección que aplicado a un circuito o a los circuitos de un equipo hace que cualquier chispa o cualquier efecto térmico producido en condiciones normalizadas, lo que incluye funcionamiento normal y funcionamiento en condiciones de fallo especificadas, no sea capaz de provocar la inflamación de una determinada atmósfera explosiva.

Las reglas de este modo de protección se definen en la norma UNE-EN 50.020.

➤ Sistema de seguridad intrínseca:

Conjunto de materiales y equipos eléctricos interconectados entre sí, descritos en un documento, en el que los circuitos o partes de circuitos destinados a ser empleados en atmósferas con riesgo de explosión, son de seguridad intrínseca.

Las reglas a que deben someterse estos sistemas se encuentran en la norma UNE-EN 50.039.

2. NORMATIVAS DE SEGURIDAD.

2.1 Para trabajar con robots.

1. Se debe de prohibir el acceso al recinto con el robot en funcionamiento.
2. Las personas que por motivos insalvables, tengan que permanecer dentro de la zona de trabajo del robot, estando éste en movimiento o bajo tensión, deberán tener un permiso especial escrito para el acceso.
3. Los permisos deben especificar claramente los siguientes puntos:
 - a) Trabajo a realizar.
 - b) Persona o personas que van a realizar el trabajo.
 - c) Persona encargada de supervisar el trabajo.

- d) Especificar las medidas de seguridad que se van a adoptar y los pasos a seguir.
 - e) Especificación de los elementos de seguridad que se han suprimido y la comprobación de su restablecimiento.
4. Se deberán separar al robot de su alimentación. Se deberá prestar especial atención en esta operación, ya que el corte de energía puede provocar la caída del brazo, si no ha dispuesto de un dispositivo específica de protección.
 5. En este caso se deberá condenar el botón o dispositivo de parada.
 6. Al abrir la puerta de acceso al recinto, asegurarse de que ésta permanezca abierta (si no podrá restablecer la alimentación). En el caso de que se utilice un sistema de interenclavamiento por llaves, se deberá guardar la llave para que no pueda restablecerse la energía al robot.
 7. En el caso de que tenga que trabajar con el robot con alimentación, se deberá seleccionar el modo de aprendizaje a velocidad reducida.
 8. Si el robot lo permite, la programación deberá realizarse fuera de la zona de trabajo.
 9. Durante la programación sólo se permitirán velocidades bajas.
 10. La programación deberá ser realizada sólo por personal preparado y autorizado.
 11. En la fase de programación, no deberá permanecer nadie entre el robot y partes fijas, con el fin de evitar atropamientos.
 12. Es aconsejable no estar más de una hora seguida programando.
 13. Se deberá formar adecuadamente a todo operario relacionado con el robot. Esta formación será tanto en el área de formación técnica, así como de seguridad.

robotizados, teniendo en cuenta aspectos mecánicos, ergonómicos y de control.

La mayoría de las indicaciones que se proporcionan son de carácter general. Hay que mencionar que dado el corto espacio de tiempo que lleva vigente, no se conocen datos fiables sobre los resultados derivados de su utilización.

2.2.2 Normativa americana ANSI/RIA R15.06-1992.

Se trata de una normativa realizada por el Instituto *Nacional de Normalización de Estados Unidos* (ANSI) [ANSI-92]. También data del año 1992, siendo una revisión de la normativa publicada en 1986.

Es relativamente breve. Pero presenta algunas características que merecen destacarse. Por ejemplo, la inclusión, en el apartado sobre la definición de riesgos, de algunos epígrafes que versan sobre la probabilidad de la aparición de un accidente y la severidad del posible daño físico a una persona, dependientes del nivel de experiencia del operador y la frecuencia en la que éste se encuentra en zona de peligro.

2.2.3 Normativa europea EN 775 y española UNE-EN 775.

El *Comité Europeo de Normalización* (CEN) aprobó en el año 1992 la normativa EN 775, adaptación de la norma intencional ISO 10218 :1992. A su vez la *Asociación Española de Normalización* (AENOR) adoptó en marzo de 1996 esta normativa (traducida al español) denominándose UNE-EN 775 y que lleva por título: “Robots manipuladores industriales. Seguridad” [UNE-96].

Por lo tanto, la normativa española (coincide con la europea) se ha desarrollado sobre la normativa internacional ISO 10218 :1992, incorporando y adaptando aspectos relacionados en la normativa europea “EN 292:1991 Safety of Machiney – Basic concepts, general principles for design” [EN-91].

2.3 Clasificación de las normas europeas amonizadas por tipos.

- EN 292: Conceptos básicos. Principios generales de diseño.
- EN 294: Distancias de seguridad para impedir que las extremidades superiores alcancen zonas peligrosas.
- EN 954-1: Partes de los sistemas de control relativas a la seguridad.
- EN 1050: Principios para la evaluación del riesgo.
- EN 60204-1: Equipo electrónico de las máquinas.
 - Esta norma presupone la conformidad con los requisitos básicos de las directivas sobre máquinas y baja tensión.

La norma EN 60204-1 es la norma de referencia para el equipo eléctrico de las máquinas en todos sus aspectos: protección de las personas, de la máquina y el equipo, interfaces hombre-máquina, sistema de control, conexión, cableado, documentación, marcado.

Definición de 3 categorías de parada:

⊞ *Categoría 0*: parada por supresión inmediata de la potencia en los accionadores.

Por ejemplo: parada no controlada

⊞ *Categoría 1*: Parada controlada manteniendo la potencia en los accionadores hasta la parada de la máquina: a continuación corte de la potencia cuando se consigue la parada.

⊞ *Categoría 2*: parada controlada manteniendo la potencia en los accionadores.

NOTA: no debe confundirse con las categorías de los sistemas de control según EN 954-1.

- EN 418: Equipo de Parada de emergencia (aspectos funcionales; principios de diseño).
 - Esta norma presupone la conformidad con los requisitos básicos de la directiva sobre máquinas.

Paro de emergencia:

* Función destinada a:

Evitar riesgos existentes o que están apareciendo y que puedan afectar a las personas (riesgos originados por anomalías).

Ser activada por el operario.

* Requisitos de seguridad:

La función de parada de emergencia debe estar disponible y poder funcionar en todo momento.

El paro de emergencia debe funcionar según el principio de la acción positiva (definida en la norma 292)

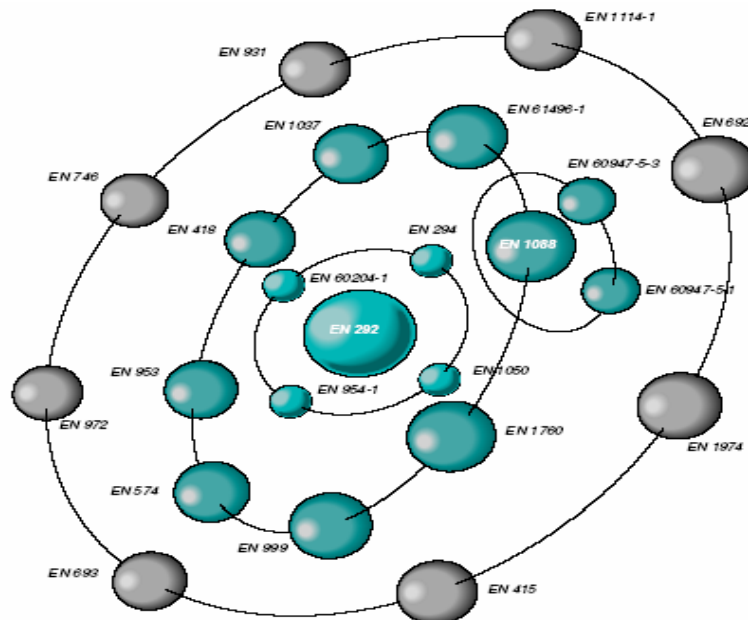
El paro de emergencia puede ser de categoría 0 (interrupción inmediata de la alimentación de energía del accionador) o categoría 1 (parada controlada: los accionadores siguen alimentados en energía para que puedan parar la máquina, a continuación corte de la potencia cuando se consigue la parada).

- EN 574: Dispositivos de mando a dos manos.
- EN 953: Protectores.
- EN 999: Posicionamiento de los equipos de protección en función de la velocidad de aproximación de las partes del cuerpo.
- EN 1037: Prevención de una puesta en marcha accidental.
- EN 1088: Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos

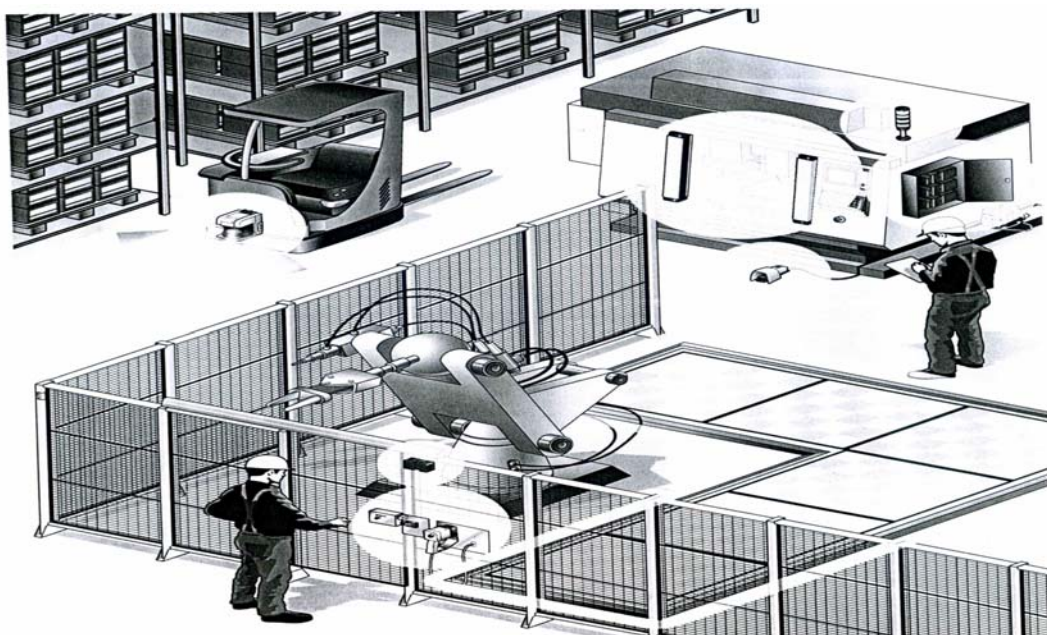
* EN 60947-5-1 Aparatos electromecánicos para circuitos de control.

* EN 60947-5-3 Prescripción para detectores de proximidad con comportamiento definido en caso de fallo.

- EN 1760: Dispositivos de protección sensible a la presión.
- EN 61496-1: Equipos de protección electro sensibles.
- EN 415: Seguridad de las máquinas de embalaje.
- EN 692: Prensas mecánicas.
- EN 693: Prensas hidráulicas.
- EN 746: Equipos térmicos industriales.
- EN 931: Máquinas para la fabricación de calzado.
- EN 972: Máquinas para curtir.
- EN 1114-1: Máquinas para caucho y materiales de plástico- Extrusoras.
- EN 1974: Máquinas de productos alimentarios- Máquinas para cortar.



3. COMPONENTES PARA SEGURIDAD.



3.1 Barreras materiales.

Estos elementos de seguridad estarían dentro de lo que se podría llamar seguridad positiva y consiste, en un diseño por el cual se trata de proteger al trabajador de los riesgos, ocasionados por una disfunción del sistema de control del robot, y tratando de impedir que el trabajador acceda a la zona de peligro del robot. En el caso de que el sistema sea violado, se desencadenaría la acción de otros dispositivos de seguridad, que provocaría la parada de la instalación. (Figura 10)

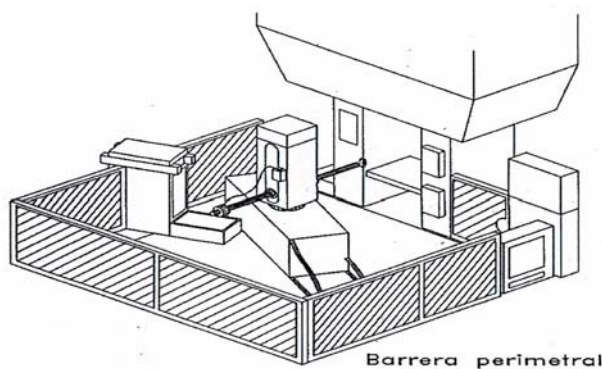


Figura 10. Barreras materiales.

Esto se consigue con un cerramiento mediante vallas o guardas, de dimensiones concordantes al tipo de riesgo existente y al robot instalado. El sistema de protección se basa en, la combinación de altura y distancia, con el propósito de no acceder al punto peligroso. (Figura 11 y 12)

DISTANCIA DE ALCANCE

VALLA FIJA



- Distancias de seguridad
- a Distancia de un punto de peligro al suelo
 - b Altura del borde de la barrera
 - c Distancia horizontal desde el punto de peligro

Figura 11. Distancia de alcance

| DISTANCIAS DE UN PUNTO DE PELIGRO DESDE EL SUELO a mm | ALTURA DEL BORDE DE LA BARRERA b mm | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| | 2400 | 2200 | 2000 | 800 | 600 | 400 | 200 | 1000 |
| | DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PUNTO DE PELIGRO c mm | | | | | | | |
| 2400 | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2200 | - | 250 | 350 | 400 | 500 | 500 | 600 | 600 |
| 2000 | - | - | 350 | 500 | 600 | 700 | 900 | 1100 |
| 1800 | - | - | - | 600 | 900 | 900 | 1000 | 1100 |
| 1600 | - | - | - | 500 | 900 | 900 | 1000 | 1300 |
| 1400 | - | - | - | 100 | 800 | 900 | 1000 | 1300 |
| 1200 | - | - | - | - | 500 | 900 | 1000 | 1400 |
| 1000 | - | - | - | - | 300 | 900 | 1000 | 1400 |
| 800 | - | - | - | - | - | 600 | 900 | 1300 |
| 600 | - | - | - | - | - | - | 500 | 1200 |
| 400 | - | - | - | - | - | - | 300 | 1200 |
| 200 | - | - | - | - | - | - | 200 | 110 |

Figura 12. Alcance por encima y hacia abajo.

Las vallas perimétricas deberán tener 1,80 m. de altura como mínimo; en los casos en que esta altura de 1,80 m. no sea posible nos deberemos atener a los datos de la Norma UNE 81-600-85.

Para bordes de alcance giratorio, la distancia de seguridad de las partes del cuerpo de libre articulación, viene dada por los valores expresados en la Figura 13.

Al aplicar distancias de seguridad, hay que partir de la base de que el punto de unión con la parte del cuerpo que van a girar, está en contacto fijo con el borde. (Figura 13)

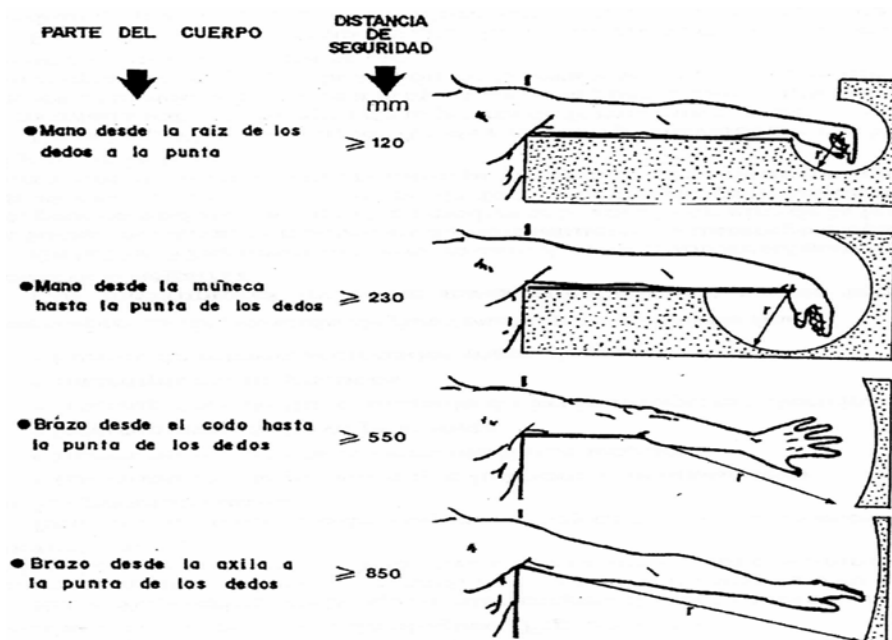


Figura 13. Alcance giratorio

Estas barreras, deben ir cubiertas por una malla lo suficientemente tupida, para que los operarios no puedan acceder con dedos y manos a la zona peligrosa o prohibida. Estas distancias de seguridad nos vienen dadas en la Figura 14 según sean para aberturas alargadas con lados paralelos, o aberturas cuadradas o circulares.

| PARTE DEL CUERPO | PUNTA DEL DEDO | DEDO | MANO HASTA EL PULPEJO | BRAZO | — |
|----------------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------|-----------------|------------|
| | | | | | |
| DIMENSION DE LA ABERTURA a RECTAN. O RENDIJA | $> 4 \leq 8$ | $> 8 \leq 20$ | $> 20 \leq 30$ | $> 30 \leq 135$ | ≥ 135 |
| DISTANCIA DE SEGURIDAD b | ≥ 15 | ≥ 120 | ≥ 200 | ≥ 650 | • |

| PARTE DEL CUERPO | PUNTA DEL DEDO | DEDO | MANO HASTA EL PULGAR | BRAZO | — |
|------------------------------------------|----------------|---------------|----------------------|-----------------|------------|
| | | | | | |
| DIMENSION DE LA ABERTURA a LADO DIAMETRO | $> 4 \leq 8$ | $> 8 \leq 25$ | $> 25 \leq 40$ | $> 40 \leq 250$ | ≥ 250 |
| DISTANCIA DE SEGURIDAD b | ≥ 15 | ≥ 120 | ≥ 200 | ≥ 850 | • |

Figura 14. Distancias de seguridad.

En el manejo del robot, hay momentos en que el operario es necesario que esté

muy cerca de éste, como por ejemplo en operaciones de mantenimiento y programación. Para estas operaciones se utilizan zonas determinadas, que van protegidas por barreras articuladas. Estas en condiciones normales se encuentran bajadas, y en el momento de realizar una operación se levanta; la forma de hacerlo es, desde un pupitre de control mediante un juego de palancas que accionan un cilindro neumático de doble acción (subida y bajada). Tiene además dos contadores eléctricos que nos indican permanentemente el estado en que se encuentra la barandilla.

En estas operaciones de mantenimiento y en estas barreras articuladas antedichas, se instalan unos dispositivos de enclavamiento, que obligan al operario o a la máquina, a cumplir una serie de condiciones previas antes de penetrar en el área de acción del robot; así como en las puertas de acceso instaladas en las barreras perimetrales no articuladas.

En los accesos instalados en las barreras perimetrales, o en los habitáculos en donde se encuentran confinados los robots, se deben instalar unos dispositivos de bloqueo. (Figura 15 y 16)

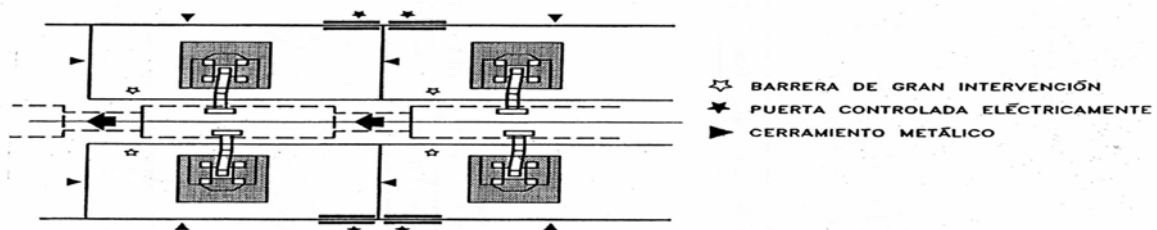


Figura 15. Línea robotizada y protecciones.

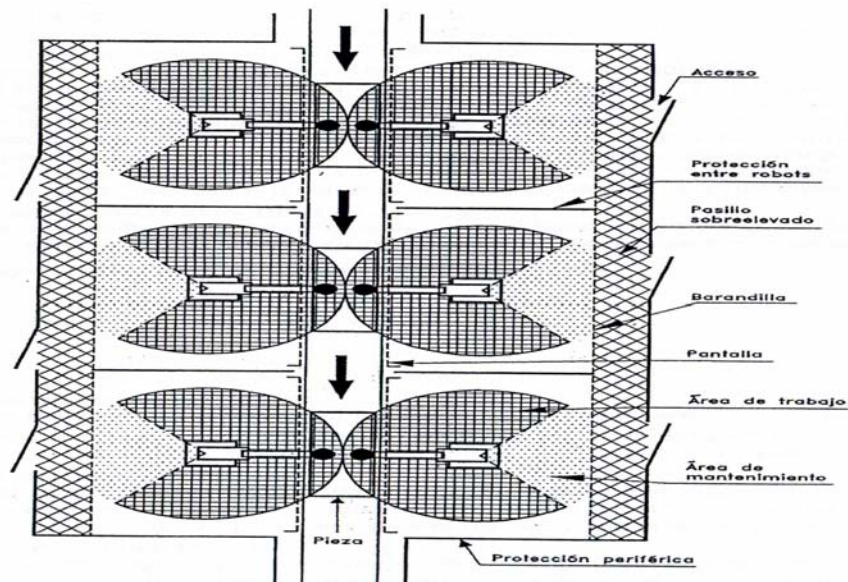


Figura 16. Línea robotizada y protecciones.

Estos dispositivos de bloqueo interrumpen el medio energético de funcionamiento del robot, instalándose además un dispositivo que evite cierre inadvertido de la puerta que restablecería el suministro energético.

Entre los interruptores de bloqueo los hay de muchos tipos entre los cuales podemos destacar:

- Interruptores de posición que funcionen mediante leva.
- Interruptores que funcionen mediante lengüeta.
- Interruptores de llave prisionera.
- Interruptores de llave atrapada de los interruptores eléctricos.
- Interruptores magnéticos.
- Pernos de retraso accionados manualmente.

3.1.1 Interruptores de posición de funcionamiento mediante leva.

Los interruptores mediante levas pueden instalarse de forma positiva o negativa.

En la Figura 17 se observa que el caso A el interruptor está instalado en forma positiva, permaneciendo normalmente el interruptor cerrado, procediéndose a su apertura mediante la acción de giro de la leva. En el caso B la instalación es de forma negativa, permaneciendo normalmente abierto el interruptor, propendiéndose a su cierre mediante el giro de la leva.

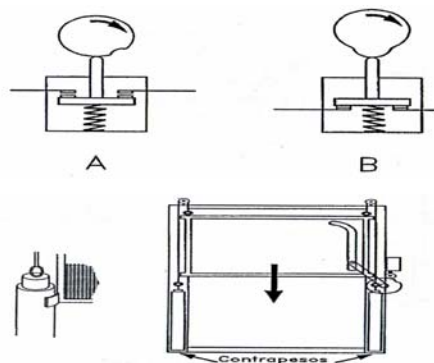


Figura 17. Interruptor de levas giratorias.

En la Figura 17 el interruptor A está montado positivamente y la leva B montada sobre la bisagra de la puerta de forma que el interruptor se acciona cuando se procede a la apertura de la puerta. Los contactos del interruptor se abren por la acción de la leva y se cierran mediante un resorte cuando la puerta se cierra.

En la Figura 17 vemos un resguardo de carrera vertical, accionando mediante una leva que se desplaza sobre una guía incorporada al resguardo, de forma que no acciona el interruptor hasta que la protección está totalmente cerrada. Para favorecer la apertura y el cierre de la protección están instalados unos contrapesos, que deberán estar protegidos mediante cerramientos, que impidan el ser obstaculizado en su subida o bajada.

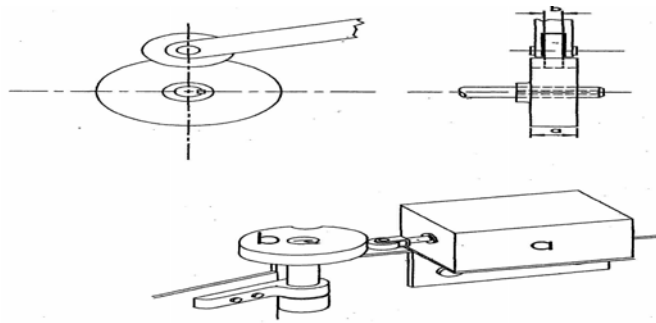


Figura 18. Interruptor de levas

3.1.2 Interruptores que funcionan mediante lengüeta.

En general un interruptor operado mediante lengüeta se compone de: una lengüeta fija en la parte móvil de la protección y un interruptor montado en la parte fija. (Figura 19)

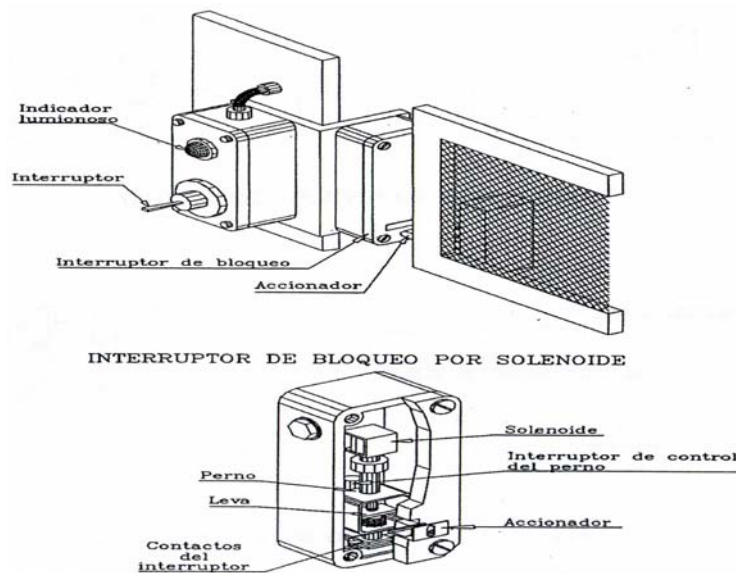


Figura 19. Interruptor de lengüeta.

Un tipo de estos interruptores son los interruptores de bloqueo de seguridad solenoide. Este en esencia contiene un perno que es liberado, por el solenoide; este perno mantiene la posición cuando se cierra la protección (puerta). La posición del perno se mantiene controlada mediante un interruptor, de forma que el robot no funcione a menos que la puerta esté cerrada. Una vez cerrada, no podrá abrirse si no se dispone de energía eléctrica en el solenoide. Este solenoide además de por corte de energía puede a su vez ser controlado por otro dispositivo, como podría ser una instrucción de fin de ciclo, etc.

En la figura el interruptor está montado en la parte fija, y el accionador en la parte

móvil; al cerrarse la lengüeta se introduce en el interruptor, conecta el perno y se hace funcionar la leva permitiendo que se cierren los contactos. Para accionar la protección o puerta el interruptor entra en funcionamiento liberando el perno. La lengüeta del accionador puede retirarse, siguiendo la leva y forzando los contactos para que se abran.

3.1.3 Interruptores de llave cautiva.

Las vías de acceso a las zonas de peligro del robot, guardadas por puertas, etc. Deben estar enclavadas por elementos que interrumpen el suministro de energía del robot.

Este método de bloqueo de control consta de un interruptor y un cerrojo combinados, unidos a la parte fija y una llave fija en la parte móvil, (Figura 20) para que el suministro de energía al robot se restablezca, la puerta tiene que estar totalmente cerrada.

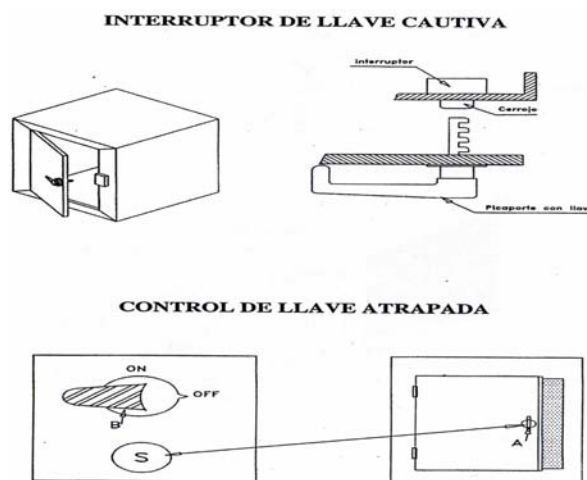


Figura 20. Interruptor de llave cautiva.

La operación a realizar es siempre:

- 1.- Encajar la llave en la cerradura.
- 2.- Girar para cerrar el resguardo.
- 3.- Volver a girar para conectar el suministro de energía.

La llave A está atrapada en la puerta y solo puede ser girada y retirada cuando la puerta está cerrada y con la llave echada.

El interruptor B no puede ser cerrado hasta que la llave A esté situada en su lugar correspondiente girada y atrapada en la cerradura S.

La llave A solo puede ser retirada de S cuando B está en la posición abierto.

3.1.4 Interruptores magnéticos.

Deben elegirse para su instalación, aquellos cuyas características sean las indicadas especialmente, para seguridad por el fabricante.

Los interruptores de lámina no son muy indicados, ya que la lámina puede tener un fallo peligroso por la utilización de un imán inadecuado; debido a vibraciones, etc.

Estos interruptores se basan en un elemento magnético, que mantiene cerrado las dos partes de un circuito eléctrico. Al proceder a la apertura de la protección abre este circuito eléctrico, desconectándose el robot.

Por no depender de un muelle de recuperación y por ser sus elementos magnéticos encastrados, son difíciles sus fallos. (Figura 21)

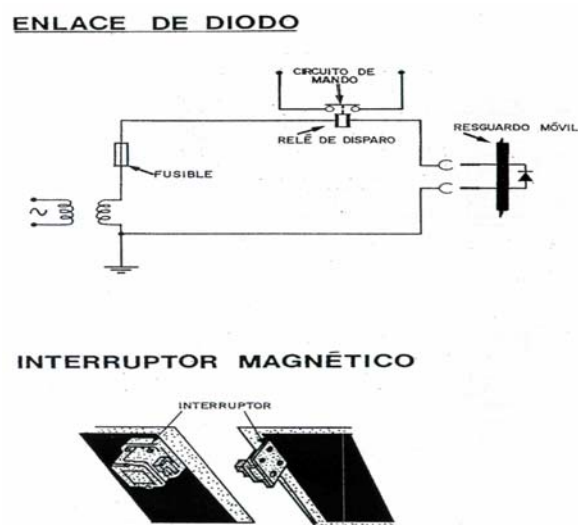


Figura 21. Interruptor magnético.

3.2 Barreras inmateriales.

Dentro de éstas se pueden considerar dos tipos:

- Escáneres láser y barreras fotoeléctricas.
- Barreras sensibles (alfombras sensibles).

3.2.1 Escáneres láser y barreras fotoeléctricas.

3.2.1.1 Barreras fotoeléctricas.



Figura 22. Barrera fotoeléctrica **slc 410** y **slc 210**: categorías de seguridad 4 y 2 (EN 954-1), dimensiones compactas (35x45mm), resolución de 14mm (dedos), 30mm (manos) y 50mm (cuerpo). IP65, alturas protegidas entre 160mm y 1.810mm y distancias entre columnas de hasta 5m, 6m, 16m y 18m. (Empresa Fornvalls S.A.)

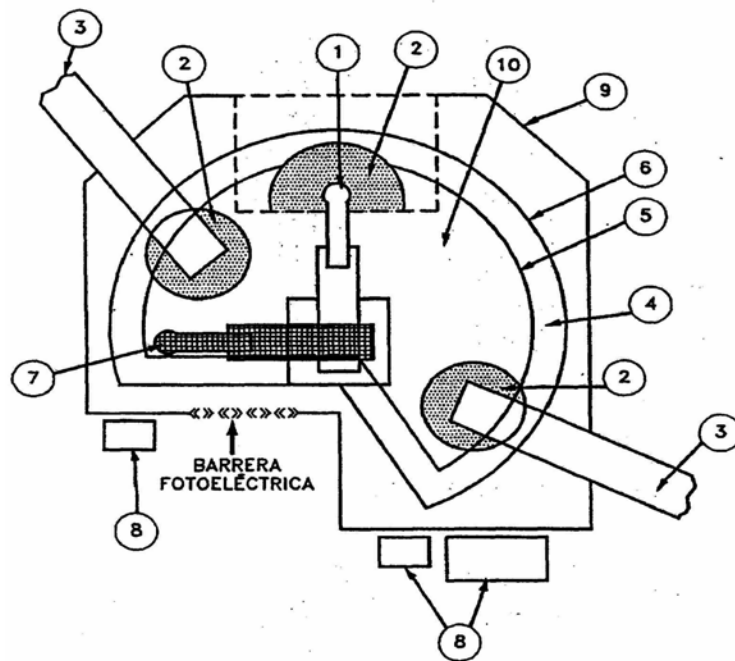
Las barreras fotoeléctricas deben estar diseñadas de tal forma, que al detectar la presencia de un objeto o persona, por la obstrucción del camino recorrido por uno o varios rayos luminosos, interrumpen el suministro de energía a la máquina. (Figura 23)

La cortina de luz, puede ser creada por un rayo o rayos exploratorios o por un número de rayos fijos.

La luz puede ser visible o invisible, continua o modulada, como un sistema de barrido.

Estas barreras deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Mientras el rayo o rayos luminosos estén interrumpidos, el robot no puede ser puesto en funcionamiento.
2. En caso de interrupción del rayo luminoso, mientras el robot está en funcionamiento, el dispositivo se accionará interrumpiéndose el suministro de energía, produciéndose la parada del robot.
3. No deberá ser posible entrar en la zona de protección, sin interrumpir el campo luminoso.
4. La barrera deberá ser instalada, de forma que no pueda ser eludida.
5. Cuando entre la barrera y el punto de peligro, exista espacio suficiente para una persona, este espacio deberá complementarse con otro dispositivo de seguridad, que al detectar la presencia de una persona, anule el suministro de energía de la máquina.



- | | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 Robot | 6 Límite de zona peligrosa |
| 2 Zonas de Interferencias con instalaciones asociadas | 7 Posición de retroceso |
| 3 Instalaciones asociadas | 8 Equipos asociados |
| 4 Zona de aproximación | 9 Protección periférica |
| 5 Límite de espacio restringido | 10 Espacio restringido |

Figura 23. Célula robotizada con barrera de protección fotoeléctrica.

En el mercado existen barreras multipunto en un solo cuerpo, que pueden explorar distancias de hasta 6 m. o más y alturas de hasta 1 m. en una sola unidad (Figura 24)

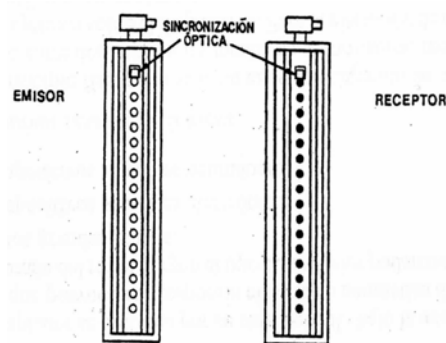


Figura 24. Barrera fotoeléctrica

La actuación se efectuará, por la interrupción de un solo rayo de luz infrarroja, que acciona una alarma y bloquea un relé situado a la salida de la señal.

Para asegurar la fiabilidad, el sistema autochequea el circuito electrónico, la alineación y da aviso de la suciedad de las lentes, las cuales parpadean tan pronto la señal de percepción es inferior al doble del umbral de respuesta.

En el proceso de interrupción del haz luminoso, el rearme solo debe ser posible desde la unidad de control. La barrera consta de dos cuerpos, uno el emisor que emite luz (infrarroja, ultravioleta, etc.), y un receptor que capta estos rayos de luz.

El emisor constará de dos diodos LED E1 y E2 (amarillo) que nos indican, la buena o mala recepción del haz de sincronismo. Este haz va del receptor al emisor. (Figura 25)

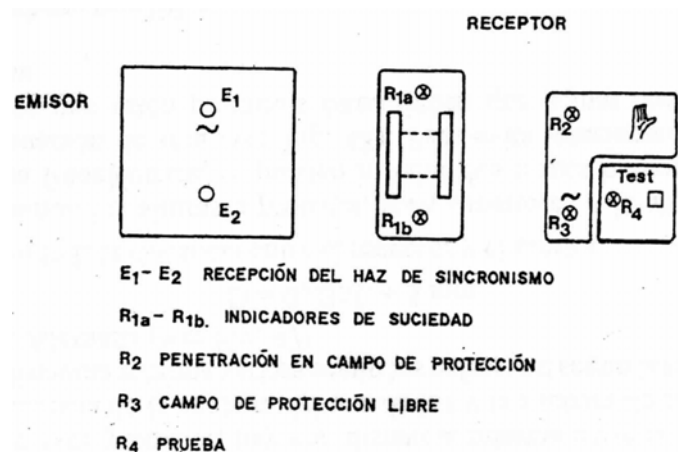


Figura 25. Pilotos indicadores de la barrera fotoeléctrica.

El receptor tiene dos LED's R1a y R1b de color rojo, que nos indicarán mediante un parpadeo sucias, pero no con un nivel de suciedad tan alto, como para impedir su función de seguridad.

El LED rojo R2, se enciende si penetra un objeto en el campo de protección. El LED verde R3, se enciende si el campo de protección está libre. El LED rojo R4, es el de test (botón de prueba) y consiste en la introducción de una corriente de defecto.

Cuando se vá a instalar una barrera fotoeléctrica hay que tener en cuenta, la distancia que la persona recorrerá antes de que el robot se pare. Esta distancia viene dada por la siguiente fórmula.

$$D \geq V \cdot (t_1 + t_2) + C_3$$

siendo:

D = Distancia de protección.

V = Velocidad de desplazamiento del hombre o operario. Esta velocidad es distinta según los países en Alemania V = 1,6 m/s y en Francia V = 2,5 m/s.

t_1 = Tiempo de respuesta de la barrera fotoeléctrica.

t_2 = Tiempo de parada de la maquina en milisegundos.

C_3 = Es una distancia adicional (seguridad). Esta “constante” varia según los países así en Alemania es 180 mm. Y en Francia es de 125 mm.

En las barreras el emisor y el receptor deben están enfrentados, debiendo existir una buena alineación en altura y en ángulo.

Hay una tolerancia en la alineación que es de dos grados (2°) aproximadamente. (Figura 26)

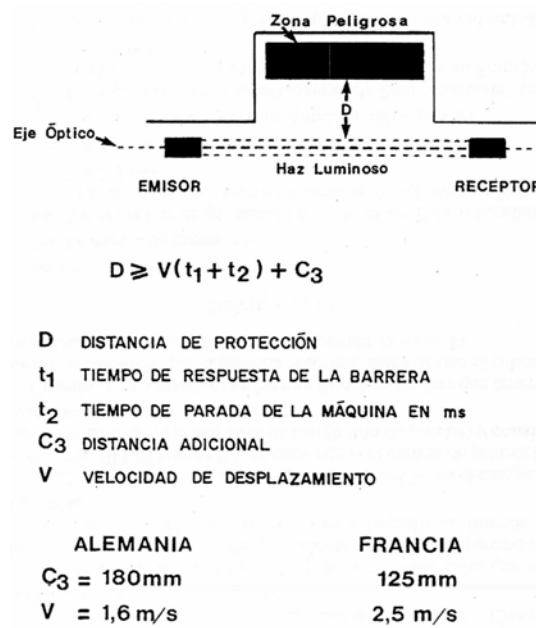


Figura 26. Instalación

La existencia de superficies reflectantes dentro de la zona de detección, puede provocar deflexiones y por consiguiente inducir a error a la barrera, no detectando obstáculos. Según sea la separación del receptor y emisor, hay una distancia mínima entre el punto de coincidencia de la anchura del haz y la anchura de captación. Esta distancia mínima variará según los países; así según la reglamentación Alemana:

$$D = 0,035 \cdot L + 5\text{mm.}$$

siendo L la distancia entre el receptor y el emisor.

Cuando las alturas a proteger, sean superiores a la altura de la barrera fotoeléctrica, se pueden instalar dos o más barreras, una a continuación de otra. Para evitar interferencias entre equipos que estén próximos éstos tienen que actuar con

emisión inversa. (Figura 27)

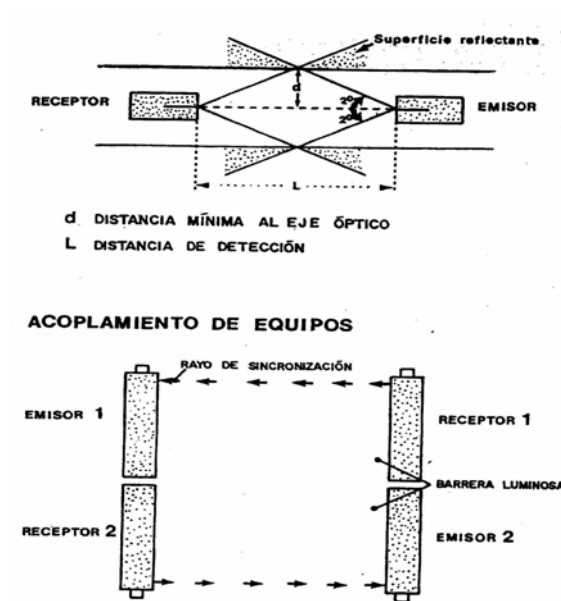


Figura 27. Instalación

Es posible utilizar dispositivos inteligentes opto-electrónicos para proteger puntos y áreas peligrosas y controlar los accesos, tanto vertical como horizontalmente. Estos dispositivos sin contacto se auto testean, pueden ser comprobados y cumplen las normas de seguridad vigentes en todo el mundo.

Dependiendo de sus necesidades, pueden efectuar una detención de seguridad simple o diferenciada, distinguiendo entre productos y personas, sin que esto afecte a la operación. Máximo ahorro y seguridad.

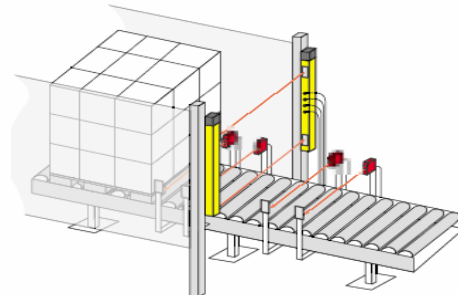


Figura 28. Área típica de aplicación

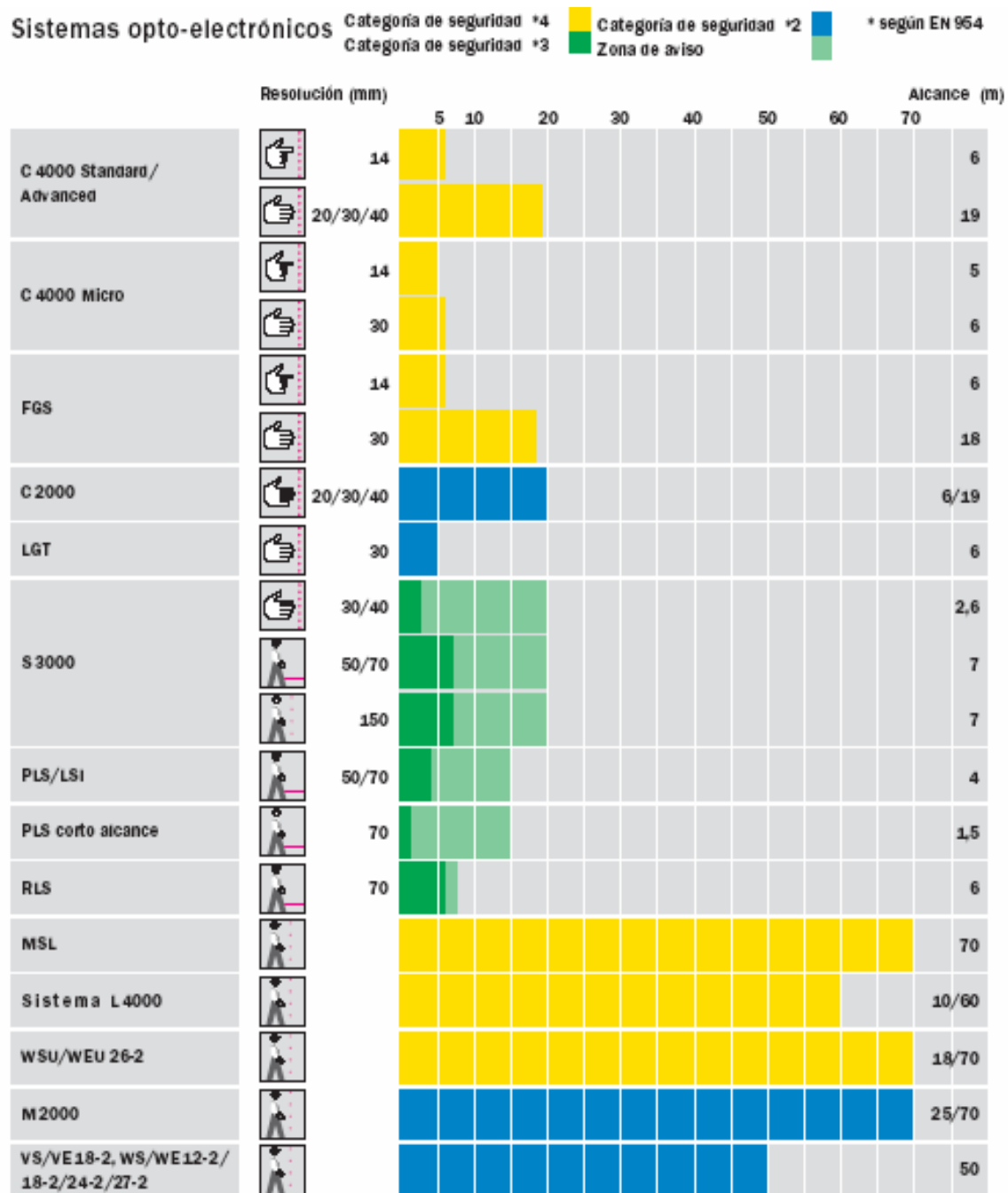


Figura 28. Tabla de sistemas de protección opto- electrónicos

| | |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| | Protección de puntos de trabajo peligrosos. Protección de dedos. |
| | Protección de puntos de trabajo peligrosos. Protección de manos. |
| | Protección de accesos. |
| | Protección de áreas. |

3.2.1.2 Barreras fotoeléctricas multihaz.



Figura 29. Barrera fotoeléctrica multihaz

Las barreras fotoeléctricas multihaz se utilizan para la protección sin contacto del acceso a áreas peligrosas. Consisten en un emisor y un receptor o un lado activo (emisor / receptor en una única carcasa) y un espejo de reenvío.

■ Áreas de aplicación:

Se utiliza en robots, centros de mecanizado, sistemas de paletización, maquinaria de apilamiento, apiladoras automáticas y maquinaria maderera.

También para protección de acceso en pasillos de almacén, instalaciones manipuladoras de palets, maquinas procesadoras de cerámica y piedras, apagado temporal en entrada y salida de células de fabricación automatizadas con MSI-m o bien MSI-mx.

■ Productos:

- MSL
- MSL/MSM
- M2000
- C 4000 entry / exit

■ Datos técnicos importantes:

- Tipo de seguridad según IEC 61496: *Tipo 4 / Tipo 2*
- Número de haces: 2, 3, 4
- Distancia entre haces (mm): 500, 400, 300
- Interfaces de seguridad: *Todas las interfaces de seguridad MSI, TNT 35, TMC 66 para pruebas periódicas, tipo 2*



Accesorios:

- Columnas de montaje y de espejos
- Columnas de montaje calefactadas
- Sistemas Muting (Inhibición) con las unidades LE20/MSM
- Componentes SMS (Columnas de montaje)
- Interfaces serie UE
- Carcasas de protección IP 67 (para M2000)

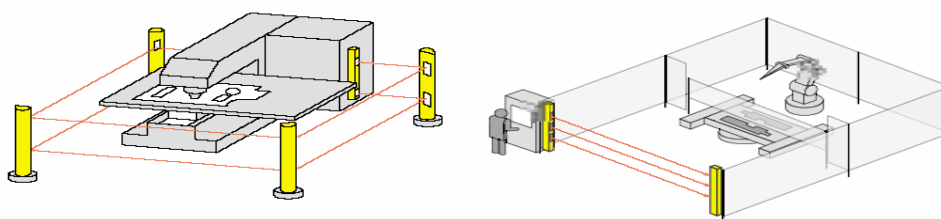
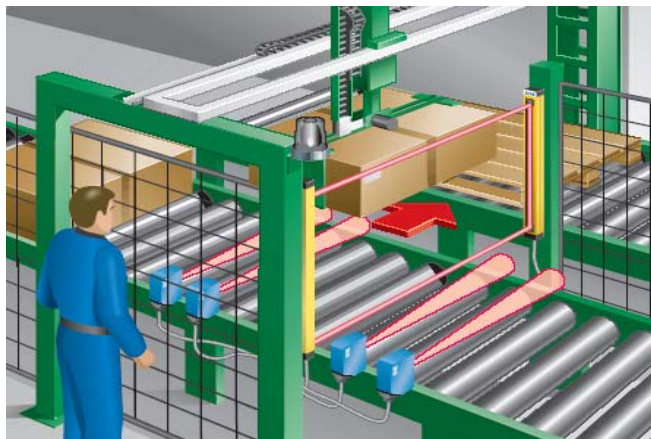


Figura 30. Barrera fotoeléctrica multihaz

3.2.1.3 Barreras fotoeléctricas monohaz.



Figura 31. Barreras fotoeléctricas monohaz

Las barreras fotoeléctricas monohaz se usan para la protección sin contacto de accesos a zonas peligrosas.

Consisten en emisores / receptores auto testeados o en una combinación de una₃₉

unidad de evaluación y emisores / receptores con los que se puede realizar la comprobación.

■ Áreas de aplicación:

Se usan en robots, centros de mecanizado, maquinaria de procesamiento, sistemas de paletización, almacenamiento en estanterías elevadas y líneas de transferencia.

■ Productos:

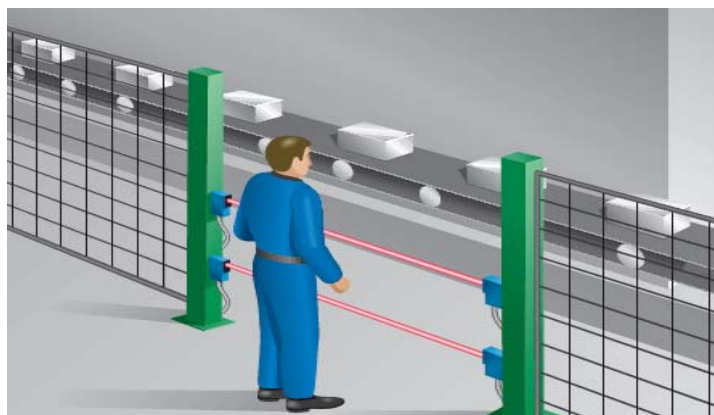
- Sistema L 4000
- WSU/WEU26/2
- WS/WE12-2 con LE20
- WS/WE18-2 con LE20
- WS/WE24-2 con LE20
- WS/WE27-2 con LE20
- VS/VE18-2 con LE20

■ Datos técnicos importantes:

- Tipo de seguridad según IEC 61496: *Típica 4*

■ Accesorios:

- Inhibición con unidad de evaluación LE20.
- Componentes SMS (Columnas de montaje).
- Interfaces Serie UE.



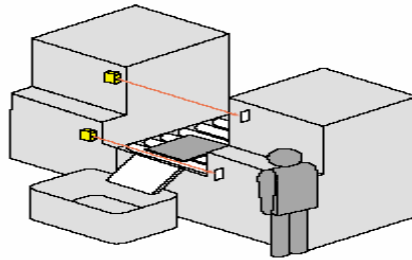


Figura 32. Barreras fotoeléctricas monohaz

3.2.1.4 Rejillas y cortinas fotoeléctricas.



Figura 33. Rejillas y cortinas fotoeléctricas

Las rejillas y cortinas fotoeléctricas protegen dedos y manos. Consisten en un emisor y un receptor y funcionan sin contacto. Dependiendo del tipo se integran diferentes funciones o bien pueden seleccionarse mediante interfaces de seguridad (por ejemplo; intelliface):

- Rearme manual o automático.
- Chequeo externo de contactores.
- Control del estado de puertas.
- Inicio del ciclo
- Función de inhibición.
- Selección de modo.
- Etc.



Figura 34. Ejemplos de utilización

■ Áreas de aplicación:

Se utiliza en prensas, máquinas de inserción automáticas, estaciones robotizadas y de carga, y maquinaria textil y maderera.

■ Accesorios:

- Columnas de montaje, espejos de reenvío.
- Interfaces serie UE.
- Pantallas de protección contra chispas de soldadura.
- Componentes SMS (Columnas de montaje).
- Carcasas de protección IP 67 (para C 2000).

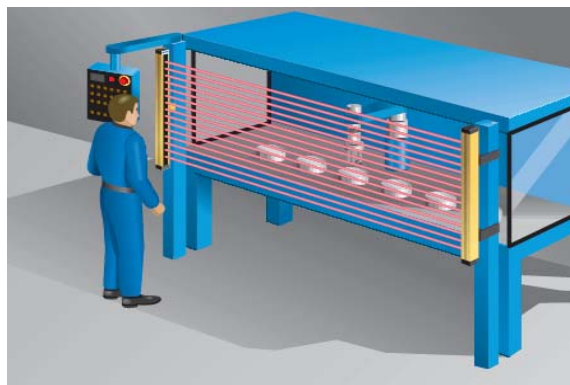


Figura 35. Rejillas y cortinas fotoeléctricas

3.2.1.5 Escáner láser.



Figura 36. Escáner láser (Empresa: SICK)

Vigilancia sin contacto de una zona libremente programable. No se necesitan reflectores independientes. Su instalación es sencilla, debido a que el emisor y el receptor están situados en una única carcasa.



Figura 37. Ejemplos de utilización

■ Áreas de aplicación:

- Aplicaciones estacionarias en máquinas y sistemas como sustitutos de alfombras / tapices de seguridad y protección contra acceso a la parte posterior de la maquinaria.
- Aplicaciones móviles, como protección frente a las colisiones y ayuda a la navegación. La posibilidad de conmutar entre distintas áreas, función integrada permite una adaptación óptima a la aplicación en cualquier momento.

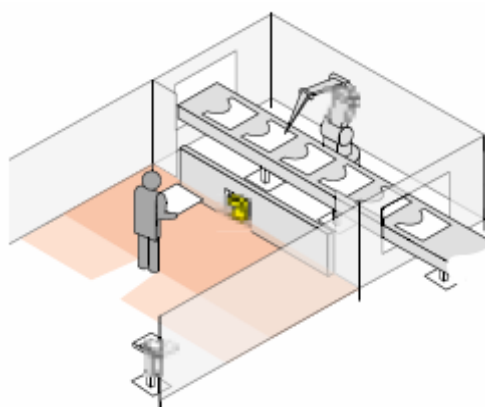
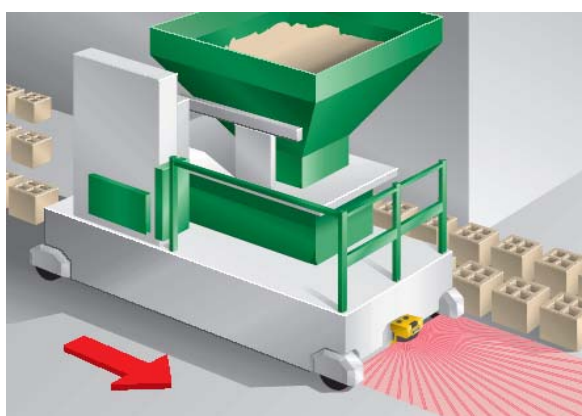


Figura 38. Áreas típicas de aplicación

■ Productos:

- S3000
- PLS
- PLS corto alcance
- RLS

■ Accesorios:

- LSI (sólo para PLS)

3.2.2 Alfombras sensibles.

Se componen generalmente de dos partes, una formulada pro un captador compuesto por un tapiz (dispositivo flexible) o por un suelo (dispositivo rígido) o un bordillo y otra formada pro un módulo electrónico o neumático y su circuito de tratamiento de información. (Figura 39)

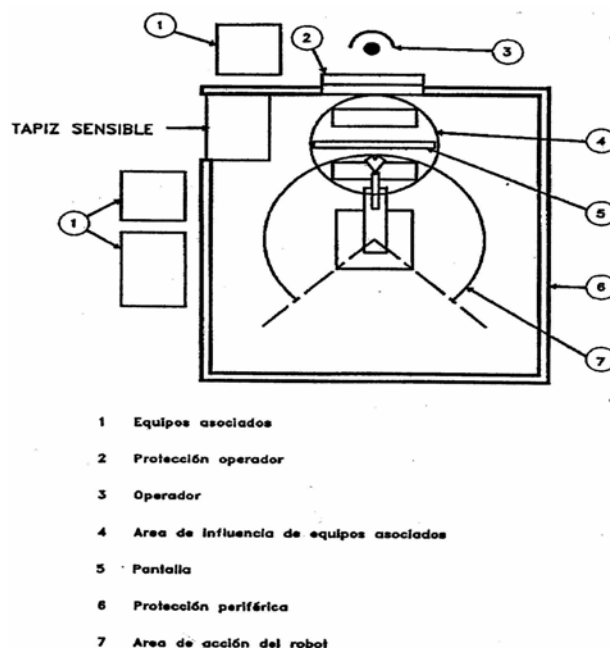


Figura 39. Célula coactiva operador-robot con protección de tapiz sensible

El captador de deforma por su cara sensible bajo la acción de una fuerza, que provoca una respuesta eléctrica o neumática dando lugar a una parada del robot. Según el tipo de captador podemos clasificarlos en dos grandes grupos:

- Dispositivos sensibles electrónicos.
- Dispositivos sensibles neumáticos.

3.2.2.1 Dispositivos sensibles eléctricos.

El principio físico, consiste en el establecimiento de un contacto eléctrico entre dos superficies metálicas deformables, mediante una presión ejercida sobre el dispositivo. Para la ejecución de este principio, se utiliza varias técnicas:

■ Técnica de Tapeswitch

Esta técnica está basada, en dos bandas de contacto ensambladas, que van intercaladas entre dos planchas de caucho, formando un compartimiento estanco.

(Figura 40)

TÉCNICA- TAPESWITCH

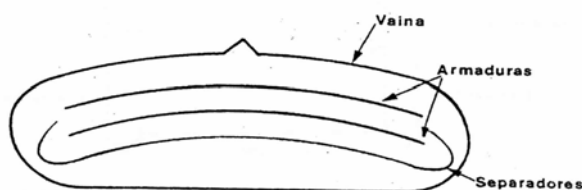


Figura 40. Técnica Tapeswitch

Cada banda de contacto, es en realidad un interruptor que en condiciones normales o de reposo se encuentra abierto.

La banda de contacto está formada por dos armaduras metálicas de perfil cóncavo, que se encuentran aisladas entre sí por una capa de aire, las dos armaduras, están distanciadas una de otra por unos separadores aislantes. Todo este conjunto está a su vez envuelto en una vaina de plástico flexible, destinado a proporcionar una estabilidad mecánica e impedir la oxidación.

Si ejercemos una presión sobre la banda, ésta provoca una deformación en las armaduras y el contacto de éstas, cerrando el circuito eléctrico que provocaría la parada del robot.

Este sistema tiene la ventaja de ser un detector de presencia, no solo de detección, ya que el circuito no se restablece a su posición de reposo, mientras el hombre o operario no se retire del tapiz. El inconveniente más importante, reside en la existencia de algunas zonas insensibles.

■ Técnica Lanson.

Este tipo de captadores, están constituidos por dos armaduras metálicas planas de igual superficie, estas armaduras se encuentran separadas por una capa de aire, cuyo espesor se mantiene constante mediante unos bornes aislantes, que se encuentran repartidos regularmente, entre las armaduras por toda la superficie. (Figura 41)

El conjunto está recubierto por una lámina de caucho cuyos bornes están soldados.

TÉCNICA- LANSON

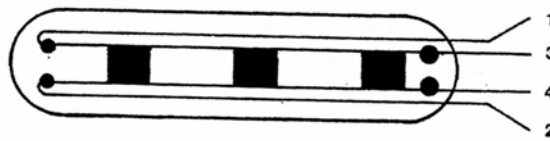


Figura 41. Técnica Lanson

3.2.2.2 Dispositivos neumáticos.

Son dispositivos, en los que se utiliza el aire, como vector de información a un sistema de control. Estos sistemas de control utilizan para el tratamiento de la señal, bien una lógica electromecánica, o una lógica electrónica.

Entre estos dispositivos podemos destacar cuatro familias:

■ Dispositivos de circuitos estancos (Técnica cometa)

Este dispositivo, consiste en dos chapas rígidas que están separadas por bandas de espuma celular estanca. Estas bandas van pegadas a la periferia de las chapas, delimitando un volumen de aire. (Figura 42)

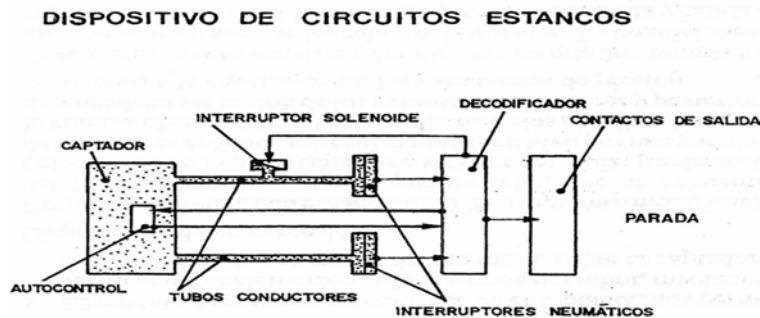


Figura 42. Dispositivo de circuitos estancos

Si aplicamos una fuerza en la chapa superior, se produce una sobrepresión en el aire contenido, dicha sobrepresión, se transmite por dos conductos de aire a dos interruptores neumáticos, que transforman la información neumática en eléctrica.

Los interruptores, están formados por una membrana muy flexible y sensible, a sobrepresiones muy débiles. Esta membrana se encuentra en posición de reposo, cerrando un circuito a través de una pastilla metálica. Cuando aplicamos una sobrepresión el contacto se abre.

Un caso común, es que debido a la elevación de la temperatura, se puede producir una sobrepresión. Para evitar esto, se monta en derivación una válvula solenoide, normalmente abierta que equilibra las presiones. Esta válvula, va montada sobre uno de los conductores de aire. Cuando hay apoyo sobre el suelo, la electroválvula se cierra, lo que permite el mantenimiento de la sobrepresión.

En teoría, los dos interruptores neumáticos deben abrirse simultáneamente, pero en la práctica hay un ligero desfase, si este desfase es muy grande, el circuito eléctrico lo interpreta como un fallo y manda al robot que pare.

El sistema de autocontrol tiene como misión, el chequeo y aviso, de que el dispositivo funciona correctamente y lo hace de tres formas distintas:

1. Un circuito de sincronización entre los interruptores neumáticos, nos permite detectar una anomalía en el dispositivo, bien sea por una fuga en el enlace, o el deterioro del captador o sus interruptores.
2. Los tubos de enlace, llevan en el interior un hilo continuo, que transmite una señal desde el captador a la caja de control, el corte accidental de este hilo, sería acusado en la caja de control.
3. El módulo de autocontrol colocado en el captador, nos permite verificar el funcionamiento de la parada del robot, mediante la simulación de la aplicación de una masa, sobre el captador.

3.2.2.3 Dispositivos de sobrepresión.

Estos dispositivos están basados, en la interrupción o modificación del flujo de aire que circula por un tubo, que se encuentra colocado entre la parte superior e inferior del tapiz; por la acción de una fuerza aplicada sobre el captador o bien por una parada de la bomba, obstrucción o fuga de alguna de las canalizaciones, que desencadenan la acción de los manostatos anteriores y posteriores, destinados a la captación de las variaciones de presión.

El funcionamiento consiste en que una bomba hace circular aire a través de los tubos del captador. (Figura 43) En condiciones de reposo, existe un equilibrio entre la presión de entrada y salida del aire en el captador. Al caminar sobre el tapiz, se produce un aplastamiento del tubo, ocasionando un desequilibrio de presión, que es captado por los manostatos anterior y posterior, que envían una señal a los relees de salida, que cortan la alimentación del robot.

DISPOSITIVO DE SOBREPRESIÓN

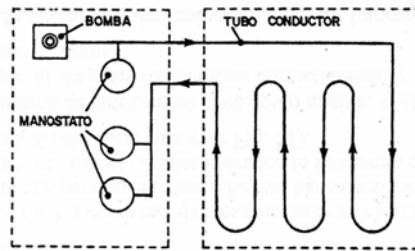


Figura 43. Dispositivo de sobrepresión

3.2.2.4 Dispositivos de onda de aire modulada.

El funcionamiento de este sistema, consiste en que una bomba engendra cíclicamente una onda de aire, que circula a través de un tubo, situado entre la parte superior e inferior del tapiz, de forma que, toda causa que engendre una modificación de las características del flujo, provoca la parada del robot por medio de los interruptores de onda de aire. (Figura 44)

DISPOSITIVO DE ONDA DE AIRE MODULADA

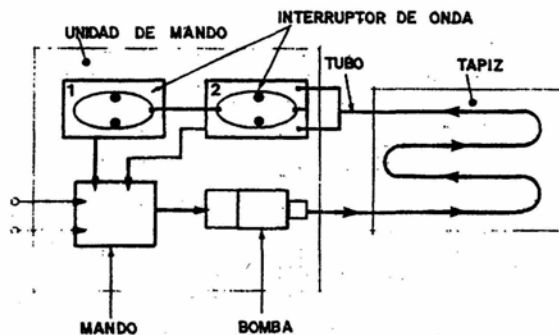


Figura 44. Dispositivos de onda de aire modulada

El tren de variación de presión, es captado por el interruptor 1. Este emite una señal de salida que es comparada con la emisión. Cuando hay coincidencia de señales (estado de reposo) no ocurre nada. Si por el contrario, hay diferencia entre las señales, el sistema manda una parada.

Así si una persona penetra en el tapiz (captador), se crea una sobrepresión en el circuito, (debido a un aplastamiento del conducto flexible), que es captada por el interruptor 2 emitiendo éste una señal, que es interpretada por el circuito de mando, ordenado éste una parada.

3.2.2.5 Dispositivos de onda acústica.

Consiste, en que un vibrador produce una señal cuadrada de 50 Hz., que recorre un tubo instalado en el tapiz. En el otro extremo de la conducción, un transductor transforma la señal acústica en una señal eléctrica. Cuando una persona penetra en el tapiz (captador) el tubo que es flexible se aplasta, provocando un debilitamiento del nivel de la señal acústica que es captada y transformada por el transductor, éste envía una señal a su vez al sistema de control que la trata y toma de decisión o no de una parada del robot. (Figura 45)

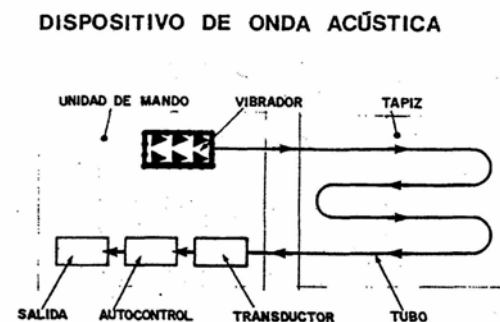


Figura 45. Dispositivo de onda acústica

3.3 Cortinas ópticas para medición.



Figura 46. Cortinas ópticas de seguridad

En muchas máquinas, como por ejemplo, prensas o estaciones de colocación, el hombre y la máquina trabajan, por decirlo así, “mano a mano”. La protección segura de manos y dedos es la mayor prioridad.

Este es el área de aplicación de las cortinas ópticas de seguridad. Pero también, cuando se trata de protección de máquinas en la operación automática en un diseño compacto, se encontrará la solución correcta en las cortinas ópticas de seguridad. Los dispositivos cumplen las normas IEC 61496-1 y IEC 61496-2 y pueden aplicarse tanto como protección de manos y dedos, como también en forma horizontal para la detección de presencia de personas.



Figura 47. Ejemplos

■ Áreas típicas de aplicación:

- Protección de manos y dedos con posibilidad de supresión (blanking) en prensas, plegadoras, áreas de colocación en células de fabricación automatizadas.
- Protección de manos y dedos en presas y estampadoras en la industria metálica, de cuero y plásticos, protección de manos combinada con detección de presencia de personas en áreas de colocación de células de fabricación automatizadas, maquinas de embalaje, máquinas en la industria de madera y electrónica.

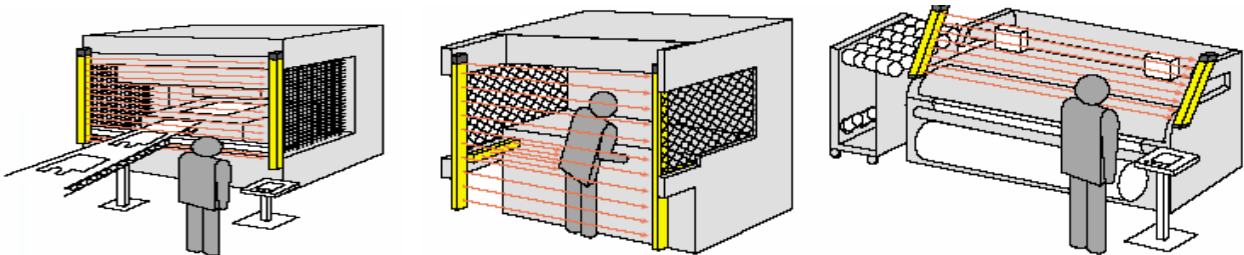


Figura 48. Aplicaciones

3.4 Interruptores de seguridad, sensores y unidades de control para necesidades críticas.

Los interruptores de seguridad han sido creados para su uso diario en instalaciones industriales.

Pueden ofrecer la solución más adecuada para la seguridad en una maquinaria o planta de entre la amplia gama de interruptores de seguridad.

Podemos encontrar, desde un interruptor mecánico con una carcasa compacta de plástico o de metal anticorrosión, a un sensor de seguridad sin contacto que utiliza tecnología magnética codificada o bien tecnología inductiva o de transpondedor. Los dispositivos IP 67 o con limpieza automática que no necesitan mantenimiento. Ni siquiera las cargas más extremas, como impactos o vibraciones, tienen efecto alguno sobre los dispositivos. Incluso si solamente se instala un interruptor de seguridad, es posible alcanzar una categoría de control elevada mediante elementos de conmutación de 3 y 4 canales.

Además de los interruptores de seguridad, utilizando el interfaz de seguridad más adecuado; los interruptores y los interfaces de seguridad son compatibles a fin de garantizar una integración sencilla.



Figura 49. Ejemplos de aplicación

Ahora veremos:

- Interruptores de seguridad.
- Interruptores de seguridad con actuadores independientes.
- Dispositivos de cierre de seguridad.
- Sensores de seguridad.
- Unidades de control de seguridad (protección mecánica y magnética de accesos)

3.4.1 Interruptores de seguridad.



Figura 50. Interruptor de seguridad

- Existen dos tipos:

Interruptores de posición e interruptores articulados

■ Áreas de aplicación:

- Realizan funciones de posicionamiento y protegen puertas deslizantes y giratorias.
- Los interruptores articulados de seguridad comprueban si los sistemas de protección giratorios están cerrados.
- Velocidad máxima de aproximación de 60m/min.
- Determinación de la posición sin contacto

■ Interfaz de seguridad:

- UE42
- UE43

3.4.2 Interruptores de seguridad con actuadores independientes.



Figura 51. Interruptor de seguridad con actuadores independientes

- Para las necesidades más diversas, desde servicios ligeros hasta las condiciones más duras
- Desde diseños compactos hasta los de uso industrial

■ Áreas de aplicación:

- Para la protección de puertas deslizantes y giratorias, o de puertas desmontables.
- Puede seleccionarse el interruptor de seguridad más adecuado según necesidades.

■ Interfaz de seguridad:

- UE42
- UE43



Figura 52. Ejemplo con interruptores de seguridad con actuadores independiente y dispositivos de cierre de seguridad

3.4.3 Dispositivos de cierre de seguridad



Figura 53. Dispositivo de cierre de seguridad

- Al contrario que los interruptores de seguridad con actuadores independientes, incluye un sistema de cierre adicional.
- Adaptado a los requisitos de todos los servicios, desde los ligeros hasta los muy pesados.

■ Áreas de aplicación:

- Los dispositivos se instalan allí donde no debe permitirse la apertura inmediata de una puerta, bien porque su movimiento es peligroso para el personal o porque puede intervenir en un proceso.
- Fuerza de retención 2500N.

■ Interfaz de seguridad:

- UE42
- UE43

3.4.4 Sensores de seguridad



Figura 54. Dispositivo de cierre de seguridad

- Funcionamiento sin contacto.
- 3 tecnologías para diferentes necesidades industriales.
- Un sistema completo que incluye sensor y unidad de evaluación.
- Las unidades de evaluación existen en versiones con salida por semiconductor o relé.

■ Áreas de aplicación:

- Idóneo en aquellos casos en que se necesita protección contra la manipulación, o donde existan vibraciones o se precise una tolerancia mayor.
- En cualquier lugar con niveles de contaminación elevados o estrictas normas de higiene.
- Idóneo para vigilar una posición o proteger lugares de difícil acceso, ya que no necesita mantenimiento.
- Protección asequible de hasta seis puertas o vigilancia de hasta seis posiciones.

■ Interfaz de seguridad:

- UE43 (UE 404 y UE 407 en preparación)

3.4.5 Unidades de control de seguridad.



Figura 55. Unidad de control de seguridad

- Interruptor de activación.
- Interruptor de detención de emergencia mediante cable.

■ Áreas de aplicación:

- El interruptor de activación se utiliza en operaciones de montaje. Permite la utilización controlada de la maquinaria mientras los sistemas de protección están en su mayoría desactivados.

- Los interruptores de parada de emergencia mediante cable se emplean con maquinaria que no está protegida por equipos de seguridad, como las líneas de montaje.

■ Interfaz de seguridad:

- UE42
- UE43

3.5 Interfaces de seguridad.

Vamos a ver dos tipos, muy importantes, de interfaces de seguridad que existen en el mercado:

3.5.1 Interface Intelliface.

Cada vez se concede mayor importancia a la integración de los sistemas de seguridad inteligentes en entornos automatizados. Con intelliface, la tecnología de interfaz inteligente para la ingeniería de seguridad, estos interfaces están desarrollados especialmente para la conexión de elementos de seguridad y maquinaria.

Existen tres gamas de productos adecuados para diversos grados de conexión con su maquinaria gracias a los cuales sus funciones de seguridad serán también útiles en una red. Debido a que los interfaces son compatibles con los productos de seguridad, los costes de integración son mínimos.



Figura 56. Interface Intelliface





Figura 57. Ejemplos de aplicación del interface Intelliface

✗ Elementos que se usan:

3.5.1.1 Relés de seguridad.



Figura 58. Relés de seguridad

⊕ Características:

- Para todas las funciones de seguridad de las categorías 2 a 4 según EN 954-1 y EN 60204-1.
- Muy fiables y robustos.
- Cableado mínimo.
- Montaje rápido mediante terminales intercambiables conectables.

⊕ Áreas de aplicación:

- Relés de seguridad para todos los componentes importantes para la seguridad como:
 - Parada de emergencia
 - Control a dos manos
 - Alfombras / tapices de seguridad
 - Sensores de seguridad sin contacto
 - Interruptores de seguridad

3.5.1.2 Controles de seguridad en miniatura configurables.



Figura 59. Controles de seguridad

■ Características:

- Para todas las funciones de seguridad de las categorías 2 a 4 según EN 954-1 y EN .60204-1
- Integración sencilla de la tecnología de seguridad en el control de la maquinaria.
- Varios modos programables.
- Función de diagnóstico de los datos de los sensores.
- Descarga automática de los parámetros del dispositivo.

■ Áreas de aplicación:

- Dispositivos de evaluación de seguridad para aplicaciones de seguridad estándar, además de aplicaciones de inhibición y prensa.
- Para la conexión de dispositivos de seguridad opto-electrónicos, sensores de seguridad sin contacto e interruptores de seguridad

3.5.1.3 Módulos de bus de seguridad para la integración de sensores de seguridad y actuadores en sistemas de bus de campo seguros.



Figura 60. Modulo de bus de seguridad

■ Características:

- Para todas las funciones de seguridad de las categorías 2 a 4 según EN 954-1 y EN 60204-1.
- Función de diagnóstico hasta el nivel de sensor.
- Posibilidad de descargar los parámetros del dispositivo mediante el sistema

de bus de campo.

- Protección para la carcasa.

■ Áreas de aplicación:

- Conexión de todos los componentes de seguridad con PROFIsafe (AS-Interface Safety at Work en preparación)

3.5.2 Interface AS-i Safety.

La flexibilidad y un diagnóstico rápido se vuelven cada vez más importantes en los sistemas de automatización de las instalaciones de producción modernas. Lo mismo se aplica para los sistemas de seguridad.

Una solución especialmente económica para encadenar sensores binarios estándares y de seguridad en el conjunto de la máquina es el AS-i Safety basado en un interface AS.

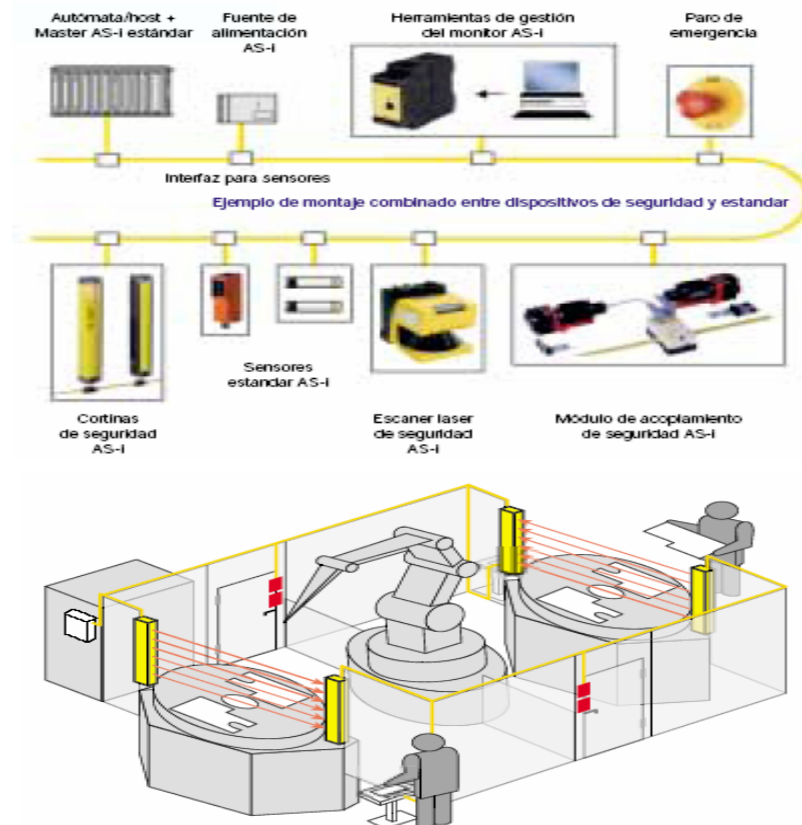


Figura 61. Programa AS-i Safety



Figura 62. Ejemplo de aplicación

✗ Elementos que se usan:

3.5.2.1 Escáner láser, con interfaz AS-i.



Figura 63. Escáner láser

☒ Características:

- Interfaz AS-i integrada para la conexión directa al Bus.
- Exploración bidimensional del entorno basada en tecnología láser.
- Cuatro pares de zonas programables y conmutables entre sí.
- Interfaz infrarrojo para parametrización y diagnóstico detallado in situ.
- Posibilidad de conexión en un dispositivo de direccionamiento AS-i para direccionamiento de bus.
- Dimensiones reducidas.

☒ Áreas de aplicación:

- Protección de superficies para la protección de personas con máquinas de embalaje, máquinas procesadoras, robots, estaciones de colocación, etc., las cuales se conectan con el AS-i Safety.

3.5.2.2 Escáner láser, con interfaz AS-i.



Figura 64. Cortina óptica

■ Características:

- Interfaz AS-i integrada para la conexión directa del bus.
- Direccionamiento del bus con dispositivo de direccionamiento AS-i mediante conector.
- Se alimenta directamente del cable AS-i, gracias a su bajo consumo.
- Libre de interferencias de los equipos próximos gracias a la selección del canal de funcionamiento.
- Procedimientos de análisis múltiple “d-scan” para entornos con alta intensidad de luz parásita (por ejemplo, salpicaduras de transpiración, destelladotes).
- Se pueden conectar en cascada.

■ Áreas de aplicación:

- Protección de manos y dedos en área de colocación de células de fabricación AS-i automatizadas y conectadas, centros de mecanizado, máquinas de embalaje.

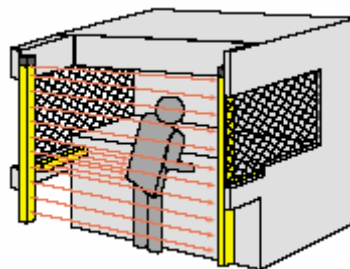


Figura 65. Aplicación

3.5.2.3 Transceptor, con muting e interfaz AS-i.



Figura 66. Transceptor

■ Características:

- Interfaz AS-i integrada para la conexión directa en la línea del bus.
- Direccionamiento del bus con dispositivo de direccionamiento AS-i.
- Sensores de muting, avisadores luminosos conectables en el equipo.
- Modos de operación diferentes.
- Se pueden conectar en cascada.
- Solo se ha de cablear en un extremo ya que el otro elemento es un espejo.
- Externamente se puede conectar módulo de muting, paro de emergencia o micros de seguridad.
- Módulos de parámetros enchufable.

■ Áreas de aplicación:

- Protección de acceso con función de muting en entrada y salida de las células de fabricación conectadas en AS-i, en los sistemas para mover mercancías en la fabricación de automóviles y en instalaciones manipuladoras de palets.

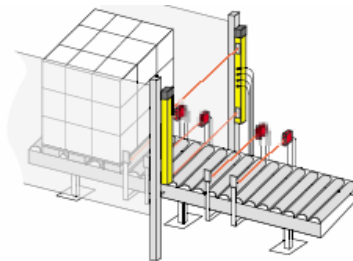


Figura 67. Aplicación

3.5.2.4 AS-i Monitor de seguridad.



Figura 68. AS-i Monitor de seguridad

■ Características:

- Supervisión del tránsito de datos relevantes para la seguridad del sistema de sensores AS-i Safety.
- Dispositivo de conmutación de parada de emergencia.
- Con el programa para windows es más sencillo asignar los sensores a las salidas correspondientes.
- Tecla de SERVICIO para la autoconfiguración de los nuevos sensores insertados en la línea.

■ Áreas de aplicación:

- Supervisión de participantes del Bus AS-i relevantes para la seguridad, como paros de emergencia, cortinas ópticas, rejas ópticas, escáner láser o micros de punta con interfaz AS.

3.6 Relés de seguridad.



Figura 69. Aplicación

Los relés de seguridad conectan los sensores de seguridad con el controlador de la máquina.



Figura 70. Relé

✚ Características:

- PAROS DE EMERGENCIA.
- Permiten interconectar paros de emergencia, barreras de seguridad, alfombras de seguridad, mandos bimanuales con el controlador de la máquina.
- Rearme automático o manual.

✚ Áreas típicas de aplicación:

- Protección de personas en máquinas e instalaciones industriales mediante la supervisión de la posición de puertas de seguridad y tapas.

3.7 Micros de seguridad.

Hay dos tipos de micros:

1. Micros de seguridad sin bloqueo: son conmutadores de seguridad para la supervisión de puertas o tapas.
2. Micros de seguridad con bloqueo: mantienen la puerta de seguridad bloqueada evitando el acceso no autorizado



Figura 71. Micros de seguridad

3.7.1 Micros de seguridad sin bloqueo.



Figura 72. Micro de seguridad sin bloqueo

✚ Características:

- De reducidas dimensiones.
- Caja de plástico reforzada de fibra de vidrio con protección.
- Cuatro direcciones de enclavamiento, radio de actuador variable.
- Aplicación universal gracias a las cuatro posiciones del cabezal.
- Ayuda en forma de embudo para la entrada del actuador.
- Contactos previstos para poder conectar.

✚ Áreas típicas de aplicación:

- Los micros sin bloqueo pueden aplicarse siempre y cuando se ha detenido el movimiento causante de peligro antes de que la persona pueda llegar hasta el lugar de peligro.

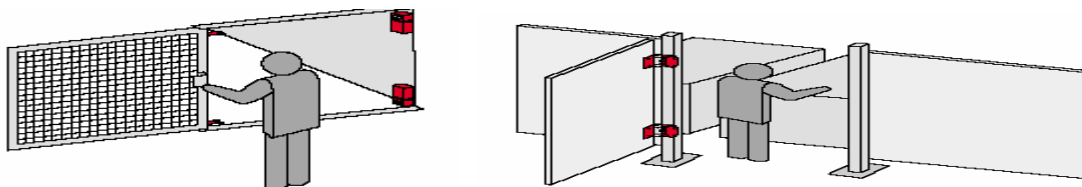


Figura 73. Aplicación

3.7.2 Micros de seguridad con bloqueo.



Figura 74. Micro de seguridad con bloqueo

✚ Características:

- Facilidad de instalaciones gracias a las 4 posiciones del cabezal.
- Mecanismo para evitar cierres no deseados. Juego de contadores.
- Desbloqueo auxiliar independientemente del estado del bloqueador

(electroimán)

- Diseño accionado por efecto de roerte, accionado por resorte, para protección de personas.
- Accionado por efecto de imán para protección de máquinas.
- Diseño en forma de L para la integración óptima en la construcción de sistemas de seguridad.

■ Áreas típicas de aplicación:

- Los micros con bloqueo mantienen la puerta de seguridad cerrada y evitan así el acceso no autorizado de personas, así como interrupciones de proceso no deseadas.

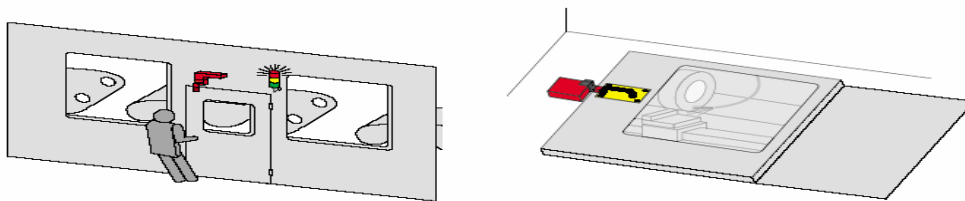


Figura 75. Aplicación

3.8 Accesorios para sensores y dispositivos de señalización.

Sistemas de montaje, espejos de desviación, láser de ajuste, cables de conexión, sensores de muting, dispositivos de señalización y más.



Figura 76. Ejemplos

3.8.1 Columnas de fijación.



Figura 77. Columnas de fijación

■ Características:

- Ajuste vertical y axial exacto mediante elementos de ajuste confortables.

- Protección de los sensores frente a daños.
- Reposición automática después de golpes mecánicos mediante elementos de resorte.

- Montaje simple, ajuste vertical y axial rápido con pocas maniobras.
- Construcción de perfil robusta con diseño sofisticado.

■ Áreas típicas de aplicación:

- Fijación en el suelo para barreras multihaz y cortinas ópticas.

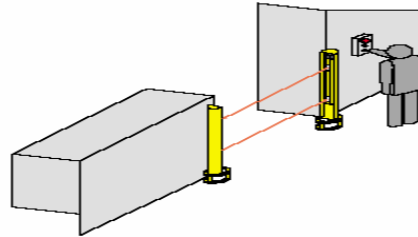


Figura 78. Aplicación

3.8.2 Columnas reflectoras.



Figura 79. Columnas reflectoras

■ Características:

- Ajuste vertical y axial exacto mediante elementos de ajuste confortables.
- Reposición automática después de golpes mecánicos mediante elementos de resorte.

- Montaje simple, ajuste vertical y axial rápido con pocas maniobras.
- Construcción de perfil robusta con diseño sofisticado.

■ Áreas típicas de aplicación:

- Se utilizan para la desviación de los haces de las barreras ópticas multihaz de seguridad y las cortinas ópticas para la protección multilateral en áreas de peligro.

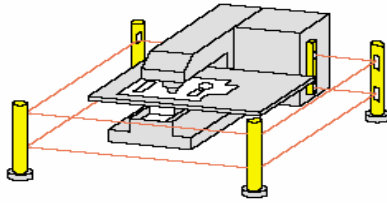


Figura 80. Aplicación

3.8.3 Espejos de desviación.



Figura 81. Espejos de desviación

■ Características:

- Ajuste simple mediante sistema de espejos con ajuste óptico previo.
- Caja de perfil cerrada evita la suciedad y el deterioro de los espejos.

■ Áreas típicas de aplicación:

- Protección de acceso con carro a paletizaciones y sistemas de almacenaje automático.
- En combinación con las cortinas ópticas de seguridad permite la protección de manos y dedos en áreas complejas.
- Desviación de rayos para barreras de un haz.

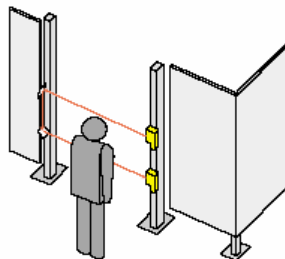


Figura 82. Aplicación

3.8.4 Accesorios para muting, sensores y lámparas.



Figura 83. Accesorios

■ Características:

- Solución completa para muting con barreras y sensores de muting incorporados en la columna.
- Montaje rápido con componentes pre-montados, posicionamiento flexible de portadores de sensores y reflectores.

■ Áreas típicas de aplicación:

- Solución completa para estaciones de muting en cintas de transporte de palets.

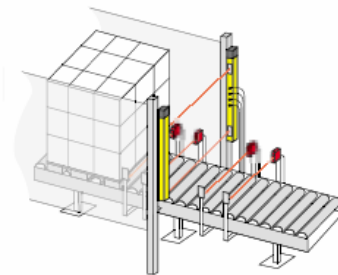


Figura 84. Aplicación

3.8.5 Sistema modular de columnas de señalización.



Figura 85. Columna de señalización

■ Características:

- Posibilidad de combinación flexible de elementos ópticos y acústicos.
- Montaje rápido de los elementos de señalización mediante sistema de

bayoneta.

- Elementos LED para una duración de vida > 50.000 h.
- Cambio de lámpara simple sin necesidad de herramientas.
- Radiación de 360°.

✚ Áreas típicas de aplicación:

- Las señales ópticas y acústicas sirven para la indicación del estado de proceso o bien para la advertencia en caso de una situación peligrosa.

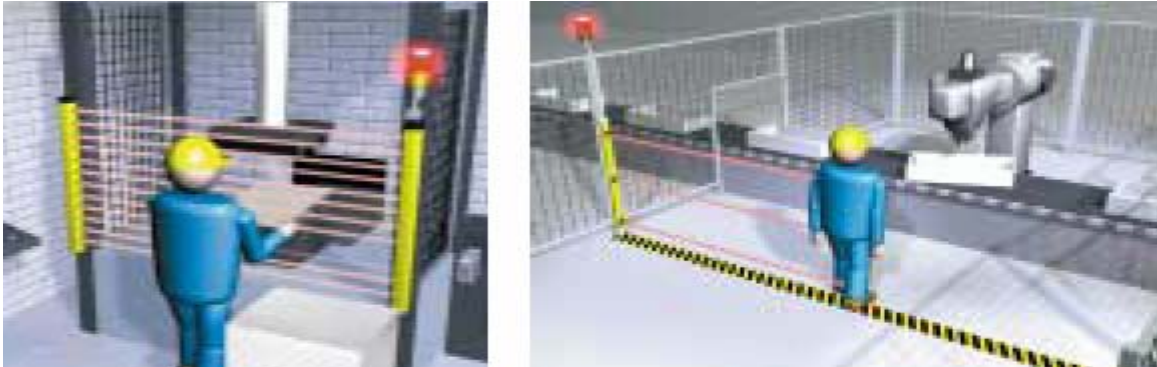


Figura 86. Aplicación

4. Estaciones Robotizadas



Figura 10. Ejemplos de estaciones robotizadas, soldadura (Empresa APM).

4.1 Introducción.

4.1.1 Definición del Robot Industrial.

Existen ciertas dificultades a la hora de establecer una definición formal de lo que es un robot industrial. La primera de ellas surge de la diferencia conceptual entre el mercado japonés y el euro-americano de lo que es un robot y lo que es un manipulador. Así, mientras que para los japoneses un robot industrial es cualquier dispositivo mecánico dotado de articulaciones móviles destinado a la manipulación, el mercado occidental es más restrictivo, exigiendo una mayor complejidad, sobre todo en lo relativo al control. En segundo lugar, y centrándose ya en el concepto occidental, aunque existe una idea común acerca de lo que es un robot industrial, no es fácil ponerse de acuerdo a la hora de establecer una definición formal. Además, la evolución de la robótica ha ido obligando a diferentes actualizaciones de su definición.



Figura 11. Robot Industrial

La definición mas comúnmente aceptada posiblemente sea la de la Asociación de Industrias Robóticas (RIA), según la cual:

Un **robot industrial** es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

Esta definición, ligeramente modificada, ha sido adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define al robot industrial como:

Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.

Se incluye en esta definición la necesidad de que el robot tenga varios grados de libertad. Una definición más completa es la establecida por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en dicha definición, el robot:

Manipulador: mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos. Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante dispositivo lógico.

Robot: manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectoria variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

Por ultimo, la Federación Internacional de Robótica (IFR) distingue entre robot industrial de manipulación y otros robots:

Por robot industrial de manipulación se entiende una maquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento.

En esta definición se debe entender que la reprogramabilidad y la multifunción se consiguen sin modificaciones físicas del robot.

Común en todas las definiciones anteriores es la aceptación del robot industrial como un brazo mecánico con capacidad de manipulación y que incorpora un control más o menos

complejo. Un sistema robotizado, en cambio, es un concepto más amplio. Engloba todos aquellos dispositivos que realizan tareas de forma automática en sustitución de un ser humano y que pueden incorporar o no a uno o varios robots, siendo esto último lo más frecuente.

4.2 Clasificación de los robots.

La maquinaria para la automatización rígida dio paso al robot con el desarrollo de controladores rápidos, basados en el microprocesador, así como un empleo de servos en bucle cerrado, que permiten establecer con exactitud la posición real de los elementos del robot y establecer el error con la posición deseada. Esta evolución ha dado origen a una serie de tipos de robots, que se citan a continuación:

- Manipuladores
- Robots de repetición y aprendizaje
- Robots con control por computador
- Robots inteligentes
- Micro-robots

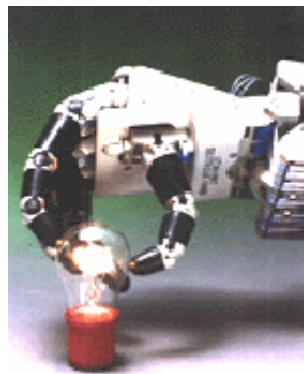


Figura 12. Brazo articulado de un robot (Empresa Toyota).

4.2.1 Manipuladores.

Son sistemas mecánicos multifuncionales, con un sencillo sistema de control, que permite gobernar el movimiento de sus elementos, de los siguientes modos:

- Manual: Cuando el operario controla directamente la tarea del manipulador.
- De secuencia fija: cuando se repite, de forma invariable, el proceso de trabajo

preparado previamente.

- De secuencia variable: Se pueden alterar algunas características de los ciclos de trabajo.

Existen muchas operaciones básicas que pueden ser realizadas óptimamente mediante manipuladores, por lo que se debe considerar seriamente el empleo de estos dispositivos, cuando las funciones de trabajo sean sencillas y repetitivas.



Figura 13. Manipulador

4.2.2 Robots de repetición y aprendizaje.

Son manipuladores que se limitan a repetir una secuencia de movimientos, previamente ejecutada por un operador humano, haciendo uso de un controlador manual o un dispositivo auxiliar. En este tipo de robots, el operario en la fase de enseñanza, se vale de una pistola de programación con diversos pulsadores o teclas, o bien, de joysticks, o bien utiliza un maniquí, o a veces, desplaza directamente la mano del robot. Los robots de aprendizaje son los mas conocidos, hoy día, en los ambientes industriales y el tipo de programación que incorporan, recibe el nombre de "gestual".



Figura 14. Robot aprendizaje (Empresa Schmersal).

4.2.3 Robots con control por computador.

Son manipuladores o sistemas mecánicos multifuncionales, controlados por un computador, que habitualmente suele ser un microordenador.

En este tipo de robots, el programador no necesita mover realmente el elemento de la

maquina, cuando la prepara para realizar un trabajo. El control por computador dispone de un lenguaje específico, compuesto por varias instrucciones adaptadas al robot, con las que se puede confeccionar un programa de aplicación utilizando solo el terminal del computador, no el brazo. A esta programación se le denomina textual y se crea sin la intervención del manipulador.

Las grandes ventajas que ofrecen este tipo de robots, hacen que se vayan imponiendo en el mercado rápidamente, lo que exige la preparación urgente de personal cualificado, capaz de desarrollar programas similares a los de tipo informático.

4.2.4 Robots inteligentes.

Son similares a los del grupo anterior, pero, además, son capaces de relacionarse con el mundo que les rodea a través de sensores y tomar decisiones en tiempo real (auto programable).

De momento, son muy poco conocidos en el mercado y se encuentran en fase experimental, en la que se esfuerzan los grupos investigadores por potenciarles y hacerles más efectivos, al mismo tiempo que más asequibles.

La visión artificial, el sonido de maquina y la inteligencia artificial, son las ciencias que más están estudiando para su aplicación en los robots inteligentes.

4.2.5 Micro-robots.

Con fines educacionales, de entretenimiento o investigación, existen numerosos robots de formación o micro-robots a un precio muy asequible y, cuya estructura y funcionamiento son similares a los de aplicación industrial

Por último y con el fin de dar una visión del posible futuro, se presentan en forma clasificada, buena parte de los diversos tipos de robots que se puedan encontrar hoy en día. Todos los robots presentados existen en la actualidad, aunque los casos más futuristas están en estado de desarrollo en los centros de investigación de robótica.

| Clasificación de los robots según la AFRI | |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo A | Manipulador con control manual o telemando. |
| Tipo B | Manipulador automático con ciclos preajustados; regulación mediante fines de carrera o topes; control por PLC; |

| | |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | accionamiento neumático, eléctrico o hidráulico. |
| Tipo C | Robot programable con trayectoria continua o punto a punto. Carece de conocimiento sobre su entorno. |
| Tipo D | Robot capaz de adquirir datos de su entorno, readaptando su tarea en función de estos. |

(AFRI) Asociación Francesa de Robótica Industrial

La IFR distingue entre cuatro tipos de robots:

1. Robot secuencial.
2. Robot de trayectoria controlable.
3. Robot adaptativo.
4. Robot tele manipulado.

| Clasificación de los robots industriales en generaciones | |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1ª Generación | Repite la tarea programada secuencialmente. No toma en cuenta las posibles alteraciones de su entorno. |
| 2ª Generación | Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar (visión) y detectar esfuerzos y adaptar sus movimientos en consecuencia. |
| 3ª Generación | Su programación se realiza mediante el empleo de un lenguaje natural. Posee la capacidad para la planificación automática de sus tareas. |

| Clasificación de los robots según T. M. Knasel | | | | |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Generación | Nombre | Tipo de Control | Grado de movilidad | Usos más frecuentes |
| 1 (1982) | <i>Pick & place</i> | Fines de carrera, aprendizaje | Ninguno | Manipulación, servicio de |

| | | | | |
|-----------------|------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| | | | | maquinas |
| 2 (1984) | Servo | Servocontrol, trayectoria continua, progr. condicional | Desplazamiento por vía | Soldadura, pintura |
| 3 (1989) | Ensamblado | Servos de precisión, visión, tacto, | Guiado por vía | Ensamblado, desbardado |
| 4 (2000) | Móvil | Sensores inteligentes | Patas, ruedas | Construcción, mantenimiento |
| 5 (2010) | Especiales | Controlados con técnicas de IA | Andante, saltarín | Militar, espacial |

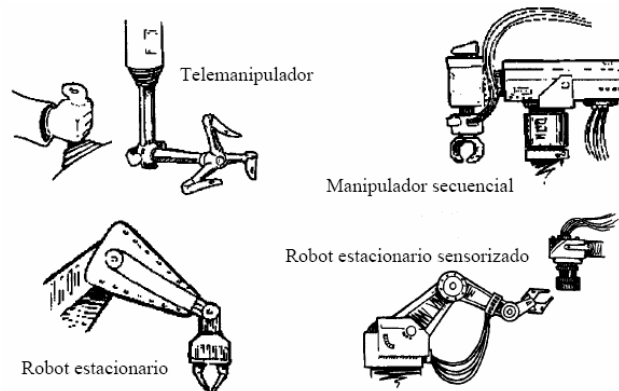


Figura 15. Ejemplos de clasificación del robot industrial.

5. APLICACIONES.

5.1 Paletizado de productos de limpieza.



MERLIMSA es una empresa sevillana del sector químico, que fabrica productos para la limpieza doméstica, con marca propia y con marca blanca, para las principales distribuidoras nacionales. Actualmente se encuentran en un proceso de modernización que pasa por el cambio de ubicación, ya que dada la solera de la empresa, sus instalaciones se habían quedado un tanto obsoletas. Este cambio de ubicación va a ser aprovechado para la modernización de la maquinaria y para la optimización de la disposición de las líneas y almacenes.

Dentro de este proceso, la empresa encargó a INSER ROBÓTICA el estudio de la robotización de la zona de almacén, dando esto como resultado un ambicioso proyecto de automatización completa del paletizado y movimiento de palets, en el que estaban implicados varios robots. Como es habitual en estos casos, la realización de las nuevas instalaciones se retrasaron, por causas ajenas a la empresa, más bien cuestiones administrativas.

En este momento se pensó en la posibilidad de hacer una especie de célula piloto, muy sencilla, pero totalmente operativa y funcional, con un doble objetivo:

- Que sirva como experiencia, de cara a la segunda fase, más compleja, en la que se abordará el proyecto completo.
- Que por sí sola, fuese una inversión rentable y que se amortizara prácticamente en el plazo de dos años en los que está previsto que estén disponibles las nuevas instalaciones, donde además se integrarían estos equipos casi amortizados. Así fue como se planteó la automatización del paletizado de dos líneas de cajas de cartón de diferentes medidas, de entre las nueve líneas existentes, por las que pueden salir simultáneamente dos productos distintos, con una producción máxima de 10 cajas/minuto. Esta producción no es alta, por lo que el robot podrá paletizar las cajas de una en una, sin necesidad de hacer tomas múltiples para optimizar la tarea, sin embargo, sí había una gran limitación en cuanto al espacio disponible para situar los palets de ambas líneas, dado que la disposición en planta de las mismas era un tanto complicada y el espacio muy escaso. Tampoco se

querían hacer cambios en las líneas que complicarían y aumentarían los costes.

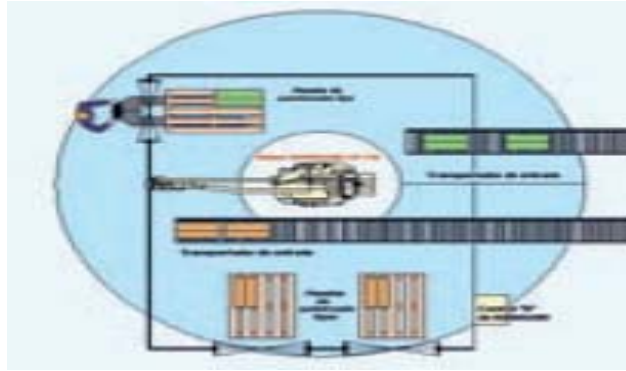


Finalmente, después de estudiar muy distintas opciones, gracias a nuestra experiencia y con la ayuda de la gran flexibilidad que ofrecen los robots en estas situaciones, se llegó a una solución sencilla y efectiva. En ella y dado el reducido espacio, se dio prioridad a una de las líneas de mayor importancia y producción que la otra. De esta manera, esta línea dispone de dos posiciones de paletizado y cuando termina el palet de una posición, puede continuar paletizando en la otra. La línea de menor producción sólo tiene una posición, de forma que hay que retirar el palet lleno y sustituirlo por otro vacío para que el robot pueda seguir paletizando esta línea. No obstante, dispone de pulmón importante, con el objeto de que la línea no pare.

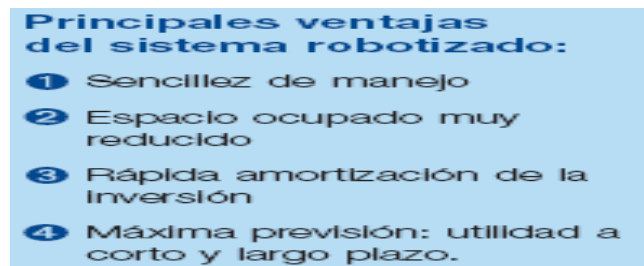


Después, el robot puede recuperar las cajas acumuladas, ya que su capacidad de producción es superior a la exigida por ambas líneas. El sistema está formado por los siguientes elementos:

- Robot KAWASAKI ZD-130 de cuatro ejes, específico de paletizado
- Una garra de accionamiento neumático de presión variable en función de la caja a manipular
- Unos topes fijos para referenciar los palets directamente al suelo
- Un sistema de seguridades cumpliendo la normativa CE



Así pues, finalmente el sistema se puso en funcionamiento de una manera rápida, cumpliendo así los dos objetivos marcados. Por una parte servir como experiencia con una tecnología nueva, que ya no será nueva cuando se aborde el proyecto completo y, por otra parte amortizar una inversión, que por su sencillez ha sido relativamente pequeña, y que será reutilizable en todos sus elementos en el proyecto final completo.



5.2 Robot de paletizado en La Rioja.



Este nuevo proyecto de paletizado lo llevamos a cabo en una empresa productora de vinagre de La Rioja en la que tradición y modernidad se aúnan para conseguir una mayor calidad.

Su planta embotelladora de gran capacidad, facilita una respuesta inmediata a las necesidades del mercado y es capaz de producir distintos tipos de vinagre (entre otros de

vino, de manzana, aromáticos, ecológicos, etc.)

La empresa es puntera en Europa, y se encuentra totalmente automatizada y controlada informáticamente. Dentro de la automatización de procesos, instaló un sistema robotizado flexible para llevar a cabo el paletizado de cajas de cartón y packs retractilados de botellas de vinagre, provenientes de tres líneas de llegada.

El sistema

La configuración básica incluye un robot de paletizado KAWASAKI ZD-130 de cuatro ejes de movimiento, con bancada, garra mecánica de palas para manipular las cajas y cartones intermedios, un almacén dispensador de paletas vacías, un conjunto de transportadores de rodillos para la manutención de palets, cajas y paquetes retractilados y el sistema de seguridad alrededor de la célula.

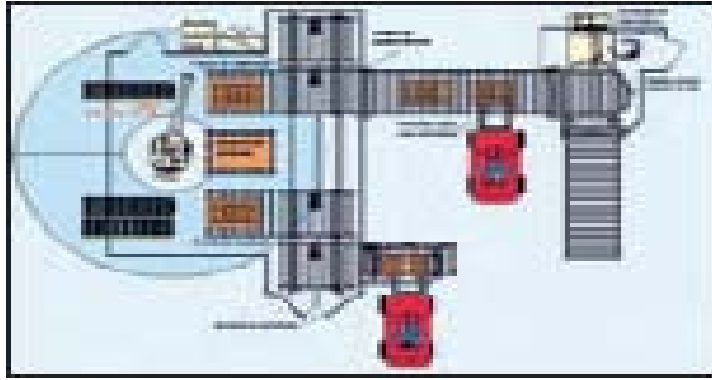
La garra mecánica de palas, de accionamiento servo-neumático, dispone de un conjunto de ventosas escamoteable para la manipulación de cartones separadores entre las distintas capas de cajas y paquetes retractilados.



El almacén dispensador automático de paletas vacías, dosifica las mismas de una en una hacia el carro transferidor. Tiene una capacidad de entre 12 y 15 paletas. Se ha previsto un espacio para la inclusión de un segundo almacén dispensador con objeto de poder utilizar simultáneamente dos dimensiones diferentes de paletas. El sistema se completa con una enfardadora automática.

Proceso

El robot atiende a tres líneas de llegada de cajas. Las cajas llegan transversalmente por sus correspondientes transportadores hasta el punto de recogida donde esperan a que el robot las coja. El robot toma las cajas o los packs en agrupaciones de una, dos, tres o más cajas, en función de sus necesidades en cada momento, y las deposita sobre el palet siguiendo el mosaico preprogramado.



Cuando el robot completa un palet, dicho palet lleno entra el carro doble para su descarga. Antes de que el carro se dirija hacia el transportador de salida de palets llenos, carga una nueva paleta vacía en el puesto de paletizado que acaba de descargar. Una vez descargado el palet lleno en el transportador de salida, este lo lleva hacia la enfardadora, donde se produce el enfardado. Simultáneamente el carro toma una nueva paleta desde el dosificador automático y queda a la espera de que se termine otro palet.

La enfardadora trabaja de forma totalmente automática. Una vez que el palet entra en el puesto de enfardado la plataforma (tramo de transportador de rodillos) comienza a girar de forma progresiva hasta alcanzar la velocidad máxima de giro programada. Mientras esto ocurre el carro porta-bobinas se desplaza a la velocidad programada, enfardando la carga con el número de vueltas de refuerzo deseado. Concluido el ciclo la plataforma se detiene progresivamente.



El robot tiene la capacidad de colocar cartones intermedios entre los mantos que se estime necesario. Para la carga de cartones vacíos, el operario dispone de un pulsador para "llamar" al carro, éste, entonces, toma el palet vacío desde el almacén de cartones y lo lleva frente a las puertas de acceso a tal fin. El operario cambia el palet vacío de cartones por otro lleno, cierra las puertas y mediante el mismo pulsador, informa al carro para que cargue de nuevo el almacén de cartones con el palet lleno.

Principales ventajas del sistema robotizado:

- ❶ Flexibilidad ante la gran cantidad de productos a manipular.
- ❷ Optimización del espacio ocupado frente a los paletizadores convencionales.
- ❸ Rápida amortización de la inversión.

5.3 Aplicaciones con los módulos de seguridad.



Aplicaciones

Los módulos de seguridad han sido diseñados para aplicaciones en circuitos de seguridad y su instalación en el armario eléctrico.

Estos son utilizados para la validación de señales de seguridad (por ejemplo: resguardos) a partir de interruptores de posición con función seguridad y pulsadores de paro de emergencia.

Estos módulos de seguridad funcionan con función de rearme automático o manual.

El módulo puede ser utilizado conjuntamente con un pulsador a 2 manos en prensas.

Construcción

Los módulos de seguridad están basados en dos canales internos e incluyen relés de seguridad de contactos guiados y controlados. Los relés en serie componen las salidas de validación. Estos módulos tienen tres circuitos NA y uno NC. Cuatro LED's muestran las condiciones de operación.

6. BIBLIOGRAFÍA Y BÚSQUEDA EN INTERNET.

✗ Libros:

- Balcells, J.; Romeral, J.L. (1997). *Autómatas programables*. Barcelona: Marcombo.
- Barrentos, A.; Peñin, L.F.; Balaguer, C; Araci, R (1998). *Fundamentos de Robótica*. McGraw-Hill.
- Rentarí, A.; Rivas, M. (2000). *Robótica Industrial: Fundamentos y aplicaciones*. McGraw-Hill.
- Suarez, A. *Guía Técnica de Seguridad en Robótica*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Potter, R.D. (1983). *Safety for Robotics*. Professional Safety
- Sancho Uldemolins, E. (1986). *Sistema de Seguridad en líneas robotizadas*. General Motors.

✗ Revistas:

- Garcia, N. (Enero 2004). Almacenaje automático con estanterías de doble fondo. *Meccalux news* : pg 18 - 25.
- Ayza, J. (Junio 2003). Conexiones eléctricas transeuropeas. *Automática e Instrumentación*, nº341: pg 30.
- Tremosa, L. (Septiembre 2003). Equipos y productos de seguridad. *Manutención y almacenaje*, 384: pg 83.
Tremosa, L. (Octubre 2003). Tecnotrónica para almacenes automáticos. *Manutención y almacenaje*, 385: pg 68.
Tremosa, L. (Noviembre 2003). Evaluación de riesgos laborales. *Manutención y almacenaje*, 386: pg 12.

✗ Software utilizado:

- *Biblioteca Técnica V2.0*, Schneider Electric.

✗ Páginas Web:

- Página Web, URL <<http://www.oni.escuelas.edu.ar/2001/bs-as/hombre-vs-maquina/segunorm.htm>>. Normativa sobre seguridad tanto para máquinas como para el propio operario.
- Página Web, URL < http://olmo.pntic.mec.es/~jmarti50/portada/principal_mayo_02.htm >. Web de la revista REEA (Revista de Electricidad, Electrónica y Automática).
- Página Web, URL < www.inser-robotica.com >. Empresa de robótica.
- Página Web, URL < <http://www.mtas.es/insht/legislation/RD/REBT.htm>>. RD 842-2002_ Instrucción Técnica Complementaria Baja Tensión 01_ Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Página Web, URL < <http://www.gencat.es/treball/scst/archius/maquines.htm> >. Web de la Generalitat de Catalunya sobre seguridad en máquinas.
- Página Web, URL < <http://www.sick.es/es/es0/ernst/00/es.html> >. Web de ámbito de la fabricación y la logística automatizada, la prevención eficaz de accidentes y la protección del personal. La empresa SICK desarrolla y fabrica productos pioneros para la protección de zonas peligrosas.
- Página Web, URL < <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2001/bs-as/hombre-vs-maquina/segunorm.htm> >. Robótica seguridad y normativa.
- Página Web, URL < http://www.leuze.de/lumi_down/produkt_08-03_es.pdf >. Empresa LEUZE, guía de productos de seguridad.
- Página Web, URL < http://www.pilz.com/downloads/Leaflet_Automotive_E.pdf >. Empresa PILZ., automatización integrada de seguridad.

- Página Web, URL < <http://www.steute.es> >. Empresa STEUTE una compañía de SCHMERSAL, seguridad por sistema: protección de persona y máquina.
- Página Web, URL < <http://www.schmersal.com> >. Empresa SCHMERSAL, guía práctica de seguridad.
- Página Web, URL < <http://www.motoman.es/detalleAplic.asp?IDAplicacion=8> >. Aplicación de la empresa MOTOMAN.
- Página Web, URL < <http://www.wetron.es/es/index.htm> >. Empresa WETRON, aplicaciones de los sistemas de seguridad en la automatización.